「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

第5章

業種、システム、設備機器別の診断ポイントと対策技術

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.1　第５章の利用方法

DVD に収められている、「5.2 業種別の診断ポイントと対策技術」「5.3 システム別の診断ポイントと対策技術」「5.4 設備・機器別の診断ポイントと対策技術」と「対策シート」の使い方を説明する。

5.1.1　業種別編の利用方法

業種別に Step3 で現地踏査を行なう際の診断ポイントと Step4～6 で対策提案をする際の留意事項等を記載している。図上の確認箇所⇒対策⇒対策シートとリンクをたどることにより、対策提案に必要な計測や、対策効果の算定方法に関する情報を容易に入手できるようになっている。

5.2.10　金属素材製造業

1．金属素材製造業の工程と CO_2 排出の概要

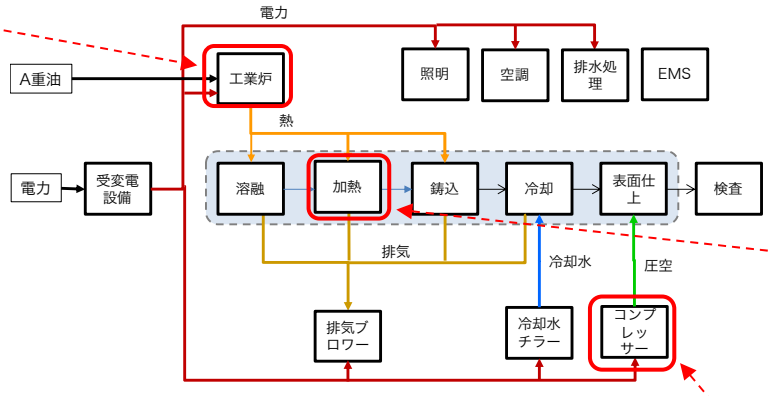


図 5.2.10-1 金属素材製造業の工程とエネルギーフローの例

金属製品製造業の中でも、特に中小企業の割合が多い鋳造製品製造業に関しの工程とエネルギーフローの例を図 5.2.10-1 に示す。表 5.2.10-1 には工程の内容を示す。

溶融工程に使用される溶解炉の熱源には電力や燃料が使用され、事業者の業態によってその使用状況は異なる。

図 5.2.10-2 は鋳造製品製造業のエネルギー源に起因した CO_2 排出量割合を示したものである。使用エネルギーの種類や割合は、上記のように事業内容によって異なり、さまざまである（電力 100%から燃料 100%まで広範囲にわたる）。

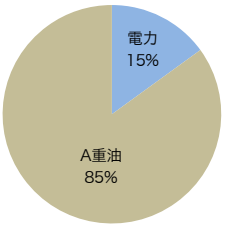


図 5.2.10-2
鋳造製品製造業に関する
エネルギー源の CO_2 排出量構成の例

2．金属素材製造業に特有なエネルギーロスの例

●溶融、加熱工程のエネルギーロス

溶融、加熱工程では多量の熱を使用するため、効率的な熱供給と放熱ロスの低減が重要となる。また、溶融・加熱工程や冷却工程間の熱の融通もエネルギーロス低減に効果的である。

●多品種少量生産に伴うエネルギーロス

多品種少量生産と短納期の要求に応えるために、生産品種切り替え頻度が多い。生産中断時の不要な設備の稼動が大きなエネルギーロスを生じる。

設備・機器の記号をクリックすると、5.4 節の設備・機器のページにジャンプする

事業所と工程の全体的なイメージを掴み、例示された工程とエネルギーフローで確認箇所を把握する

生産工程の記号をクリックすると、その工程に関する診断ポイントと対策例にジャンプする

ユーティリティシステムの記号をクリックすると、5.3 節のシステムのページにジャンプする

理解の助けとなる事項、注意してほしい事項などを解説

業種のエネルギー源別ＣＯ２排出の状況と、特有なエネルギーロスの特徴を把握する

ノート
溶融・加熱工程と冷却工程間の熱融通も効果的な省エネになります。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

- 材料の相変化をともなう溶融工程等でのエネルギー使用比率が高いため、これらの工程における省エネ提案が有効である。
- 溶解炉等は一度導入すると数十年は使用する設備である。その更新は、少量多品種ニーズへのシフト、品質管理の重要性の増加、従業員確保の困難性増加、温暖化対策の重要度増加（工場周辺や作業環境への対応など）、エネルギーコスト高など事業を取り巻く中長期的な状況に影響され、省エネの観点のみでは決定されにくいことに留意のこと。

対策提案をする際の留意事項を把握する

工程、生産設備に関する診断ポイントと対策例を把握する

ボイラー等のユーティリティシステムやブロワー等共通的な設備の診断ポイント・対策例は、フロー図からジャンプするそれぞれの節に記載されている

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
溶融	炉外壁の温度は高くないか（壁面温度分布をサーモグラフィで観察）	部分更新・機能付加	高温部の断熱補強（断熱材の耐熱温度、断熱補強による炉温度の上昇、補機類の寿命低下などに注意。事前試験を行ないながら進める）	250221
	溶湯*1 からの放射熱は大きくないか（溶湯温度は千℃以上になる事が多い）		断熱カバーの設置（原料投入に支障がないこと）	250221
	るつぼ型溶解炉等の炉上部からの排熱は回収されているか		回収策の検討（回収対策導入に際しては、作業に支障しないこと）	250211
	炉は旧式でないか（例えば 40 年以上経過）	設備導入	最新の自動制御型溶解炉への更新を検討	
	溶解炉に関するその他の対策 ☞ 5.4.5 工業炉			
	排気ブロワーに関するその他の対策 ☞ 5.4.4-3 ファン・ブロワー			

＊2 **誘導加熱炉**
☞用語解説 1）

対策の５類型を記載

診断対象となる工程を記載

確認するべき診断ポイントを記載

診断結果に応じた対策の例を記載

対策シートの番号をクリックすると、その対策の対策シートにジャンプ

用語解説

1）誘導加熱炉

誘導加熱炉は高周波、中周波、低周波で区分されている。高周波誘導炉は組成が均一な金属を短時間で溶解でき、電力使用量が少ないが合金組成の調整には長時間を要する。低周波誘導炉は電力使用量は大きいものの、組成が異なる複数の金属を溶解して合金組成を調整することができる。

2）ヒューム

ヒュームとは、固体物質の蒸気が凝固した粒子や気体が化学反応で固体化した粒子などが空気中に浮遊したもの。アルミニウム合金やマグネシウム合金は低融点で蒸発しやすいため、ヒュームの発生量が多い。

理解を助けるための用語の解説

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.1.2　ユーティリティシステム編の利用方法

ユーティリティシステムについて、Step3 で現地踏査を行なう際の診断ポイントと Step4～6 で対策提案をする際の留意事項等を記載している。図上の確認箇所⇒対策⇒対策シートとリンクをたどることにより、対策提案に必要な計測や、対策効果の算定方法に関する情報を容易に入手できるようになっている。

5.3.3　冷却水システム

1．冷却水システムの概要

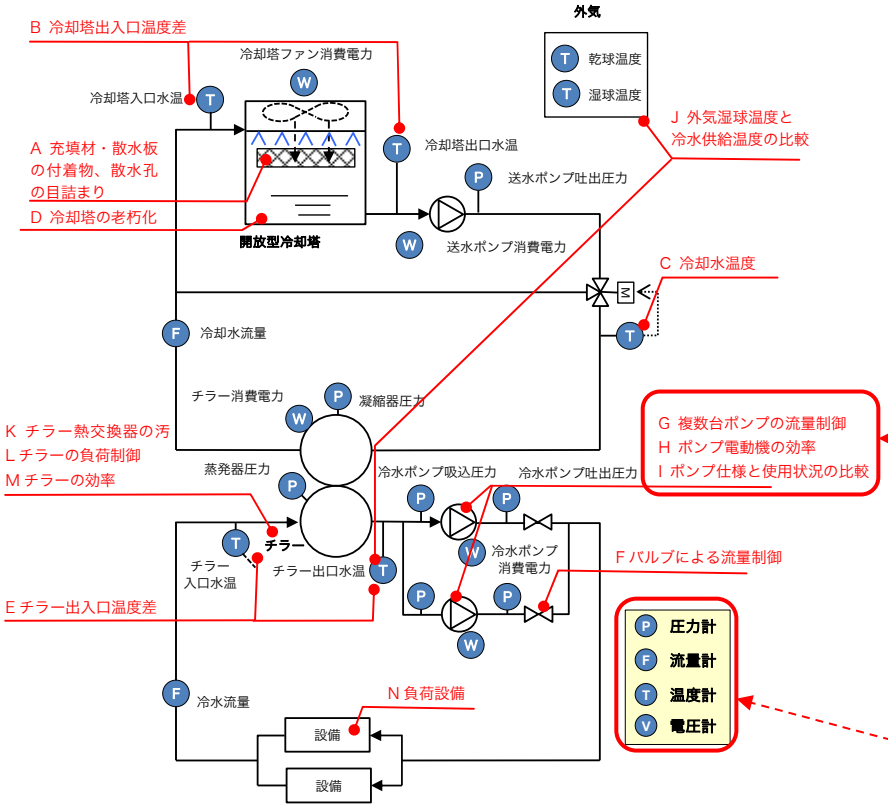


図 5.3.3-1 冷却水システム（循環密閉チラー型）の構成と計測箇所の例

冷却水システムは水冷式の機械、例えば圧縮機、冷凍機、エンジン、大型モーターや潤滑油、油圧装置の作動油等の冷却、あるいは化学装置の反応槽、ボイラーの復水器等の冷却、プロセス用冷却水の供給等に使われるシステムである。図 5.3.3-1 に冷却水システム（循環密閉チラー型）の構成と計測箇所の例を示す。冷却水システムは、冷却水の回路、冷却塔のタイプ、チラーの有無などにより図 5.3.3-2 のように分類される。

システムの全体的なイメージを掴み、診断において確認するべきポイントを把握する

診断の着目点と確認するべき事項を記載

確認事項をクリックすると「(5) 診断ポイントと対策技術」の該当場所にジャンプする

これらの記号を用いて計測が必要な場所と計測の種類を図示

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

＊1 フリークーリング
冷凍機を使って冷水（冷却水）を作っている場合、冬期に冷凍機を運転せずに冷却塔のみで冷水を作ること。ただし、フリークーリングで達成できる温度は外気湿球温度プラス数度である。また、寒冷地では負荷が減少すると凍結の可能性があるため、夜間の負荷が小さい場合は注意が必要である。

理解を助けるための脇注を随所に挿入

2．冷却水システムのエネルギーロスの例

- 冷却水出入口の温度差が小さいときは、流量過大であり、ポンプ過剰動力がロスとなる。
- 負荷が小さい場合、冷却塔のファンを固定速度で運転するとファンの過剰動力が損失となる。
- チラーを使用して冷水（冷却水）の温度を下げている場合で、その温度が冬季の外気と同程度のときは、フリークーリング＊1を行なわないと、チラー動力の損失となる。

システムに特有なエネルギーロスの特徴を把握する

3．エネルギーロス把握のための計測方法

1）発生段階のロス把握

●冷却塔のロス把握のための計測

冷却水温度は外気の湿球温度に依存し、最大負荷時にアプローチ＊2（冷却塔出口（冷却塔タンク内）の冷却水温度－外気湿球温度）が 5℃以下に保たれているかの確認が必要である（通常、アプローチ＝5℃になるよう冷却塔は選定される）。外気の温度・湿度の計測にはアスマン温湿計が使用される。

発生段階、移送段階、消費段階のエネルギーロスを分析す

------- 中略 ------

4．対策候補選定時に考慮すべき事項

・負荷が小さい時はポンプ、冷却塔ファンの回転数を制御する。
・開放型冷却塔でフリークーリングを行なう場合は、機械ジャケットや凝縮器が汚れるので、熱交換器を入れて清浄な水を循環させるか、冷却塔の水質管理を厳しくすること。
・循環式開放型システムでポンプをインバータ制御する場合は、回転数の 2 乗に比例して全揚程が小さくなるので、実揚程や管路抵抗に対して十分か検討すること
・高効率型冷却塔は、内部の充填材量を大きくして接触面積を増やしているので、寸法的に大きくなることがある。
・トップランナーモーターに更新した場合、回転数が若干上昇するので、過負荷にならないか検討すること。プーリー比の変更、あるいはインバータで回転数を調整する。

対策提案をする際の留意事項を把握する

対策の５類型を記載

．診断ポイントと対策技術

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
冷却塔	内部の充填材や散水板等にスケールやスライムが付着していないか 散水孔が目詰まりしていないか A	運用改善	薬品による洗浄を実施する	
	チラーを使用している場合に、冷却塔の出口温度制御の設定値は適正か C		冷却水温度の適正化	13111

診断対象となる設備を記載

対策シートの番号をクリックすると、その対策の対策シートにジャンプ

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.1.3　設備・機器編の利用方法

どの業種においても、ある程度共通して使用される設備・機器について、Step3 で現地踏査を行なう際の診断ポイントと Step4～6 で対策提案をする際の留意事項等を記載している。

5.4.4　電動機（モーター）・ポンプ・ファン

5.4.4-1　電動機（モーター）

1．電動機の概要

電動機（モーター）とは、電気エネルギーを効率的に回転のエネルギーに変換する機器であり、圧縮機、ポンプ、ファン等、回転機械やエレベーター、エスカレーター等の動力源として使われている。その消費電力は日本の産業部門の消費電力の75%、日本の消費電力量全体の 55%を占めている。

電動機にはさまざまなタイプがあるが、一般に産業界で広く使われているのは、三相かご型誘導電動機である。

設備・機器が果たす役割や使われ方を把握する

2．電動機で発生するエネルギーロスの例

- 電動機の効率はかなり高いが、出力、極数（ポール数）、周波数等によって変わり、大出力の方が効率は良く、極数が増えるにつれて効率はやや低くなる。また、低負荷になると効率は下がる。
- 電動機のロスとしては、電気的損失（鉄損、銅損）および機械的損失（軸受損失、空気との摩擦損失、冷却用ファンによる損失等）があるが、使用者が改善できるものではなく、電動機固有のものである。電動機は一般的に稼働時間が長いので、できるだけ効率の高い電動機を使用すべきである。高効率電動機としては、現在 IE2[*1]（高効率モーター）、IE3（プレミアム効率モーター）、IE4（スーパープレミアム効率モーター）がある。省エネ法で規定されているトップランナーモーターは IE3（プレミアム効率モーター）に相当する。

  現在最も効率の高いモーターは、誘導電動機ではないが、IPM モーター（永久磁石形同期電動機）で、その効率は IE4 に相当する。

設備・機器に特有なエネルギーロスの特徴を把握

＊1 IE1～IE4
国際規格 IEC の効率レベルを示す記号

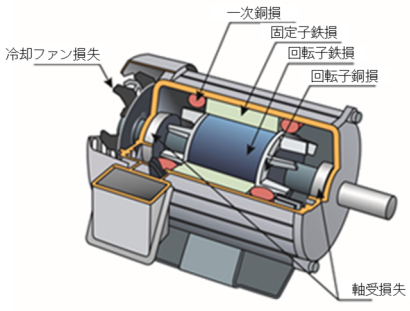


図 5.4.4-1 三相かご形誘導電動機の損失箇所（出典：[3]）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

理解の助けとなる事項、注意してほしい事項などを解説

ノート
インバータを使用している電動機に進相コンデンサを取り付けると、コンデンサ焼損やインバータトリップの原因となります。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

- 高効率電動機に更新すると、運転回転数が 1.5～2.5%上昇するので、ポンプ、ファン等の動力が増加する。過負荷に注意し、必要ならバルブ、ダンパー、回転数等の調整により負荷を抑える。始動電流、トルクも増加するのでブレーカー等の適合チェックを行なう。
- 標準効率モーターをプレミアム効率モーターに交換する場合は、特に開放型で寸法が大きくなることがある。
- IPM モーターは 1 台ごとに専用インバータが必要で、商用電源での直入れやスターデルタ起動は出来ない。また、同期電動機なのでスリップがなく、誘導電動機より回転数が上昇するので、上記の負荷抑制対策が必要である。
- IPM モーターは、発電作用があるので、電源遮断後過回転となる恐れのある装置では、インバータが損傷する。
- インバータを使用している場合は、進相コンデンサ（力率改善コンデンサ）を入れない。

対策提案をする際の留意事項を把握

4．診断ポイントと対策技術

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策シート
電動機	過負荷でないか	運用改善	負荷を軽減する	
	軸受け温度が異常に高くないか		給油脂の実施を保守点検記録等で確認する	
	被駆動機（ポンプ、ファン等）の管路が、弁、ダンパー等で絞られていないか	部分更新・機能付加	ポンプ、ファン等の流量制御方式を、インバータによる回転数制御に変更する	240222 240221
	電流が大きくかつ電路が長くないか		電動機回路に進相コンデンサを入れて力率を改善する	220221
	電流値を計測し低負荷でないか（定格の 80～90%が望ましい）	設備導入	負荷に見合った出力の電動機に更新（電動機の寿命による交換時に検討）	
	電動機効率が低くないか（特性表、銘板等で確認する）		プレミアム効率電動機（IE3）に更新する	240321

対策の 5 類型を記載

対策シートの番号をクリックすると、その対策の対策シートにジャンプ

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

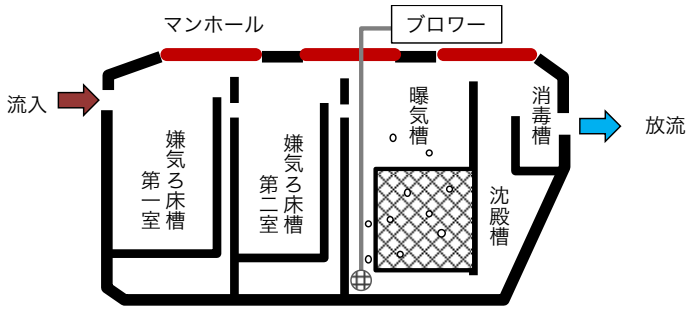
5.1.4　対策シートの利用方法

（1）概要シートの利用方法

概要シートでは、対策技術の内容と省エネルギー・CO_2削減効果が得られる理由を概説している。

対策番号

対策名称

対策名	141321　コンプレッサーからブロワーへの更新
対策タイプ	設備導入
対象業種	産業用　業務用
分類	圧空システム
内容・目的	高い吐出圧を必要としない水切り、槽内の撹拌に対して、コンプレッサーを用いて、使用先で減圧弁やバルブを用いて圧力調整をしている場合、低圧空気の供給源としてブロワーに更新することで動力損失の減少を図る。
対策技術の概要	1．概要 曝気槽とは、排水処理において、排水中に圧搾空気を散気管やエアレーター等により微細な気泡として吹込む水槽のことで、微生物の生物化学的酸化反応を促し、水中に含まれる汚泥物質を沈殿槽で沈殿させるものであり、曝気用のエアブロワーもしくはコンプレッサーの下水道での使用電力量は、下水システムの半数近くを占める。風量や圧力は、要求される仕様に対して大きめになっているのが実情であり、大気放風を余儀なくされ省エネルギーの機会を逃していることが多い。 曝気用送風機は、水深５m程度の散気管やエアレーター等に空気を送る必要があり、吐出圧力 0.1MPa 以上のコンプレッサーを設置しているところもあるが、不要な大気放風を行っている場合は、ブロワー（10kPa 以上～0.1MPa 未満）に更新することで省エネルギーを図る提案である。  図１．浄化槽・曝気槽のしくみ 曝気槽用の送風のように適正な圧力にすることで省エネを図る提案事例である。 2．省エネルギー化の理由 風量は同じでも高吐出圧のコンプレッサーを比較的低圧のブロワーに替えることで動力の削減が可能。事例は、算定シート参照。
補足説明	
参考資料	［1］『健康・医療　浄化槽の知識』大阪府ホームページ

対策の類型を表示

適用業種（産業用、業務用）を枠で表示

対策の大分類

対策の技術的な内容と、省エネルギー・CO_2削減効果が得られる理由を理解する

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

（2）計測シートの利用方法

計測シートには、対策効果の算定に必要なデータを現地で計測する場合に採るべき計測方法、計測箇所などの情報を記載している。

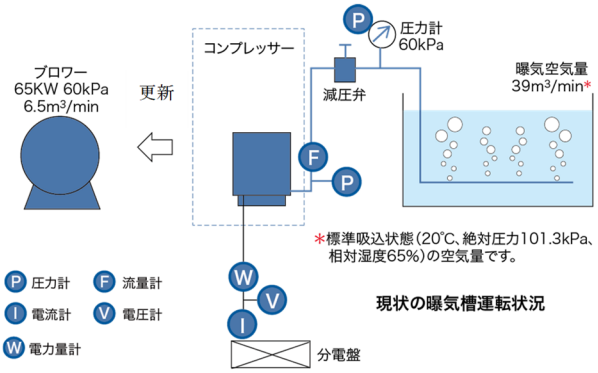
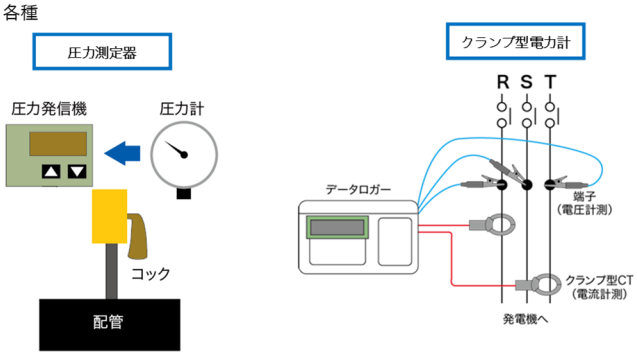
対策番号

対策名

対策の類型を表示

適用業種（産業用、業務用）を枠で表示

対策の大分類

対策名	141321 コンプレッサーからブロワーへの更新
対策タイプ	設備導入
対象業種	産業用 業務用
分類	圧空システム
内容・目的	高い吐出圧を必要としない水切り、槽内の撹拌に対してコンプレッサーを用いて使用先で減圧弁やバルブを用いて圧力調整をしている場合、低圧空気の供給源としてルーツブロワーに更新することで動力損失の減少を図る目的の計測。
フロー図と計測箇所	1. 空気流量：q（m^3/min） 2. 空気圧力：P (MPa 吐出部、 kPa 曝気部) 3. モーター電力（電圧、電流、有効電力、力率）  図１．計測場所
計測装置	1. 空気圧力：気体用圧力センサー（表示器一体型、表示器分離型）各種 ブルドン管、ダイヤフラム、ベロー、チャンバー 各方式 2. コンプレッサー消費電力： クランプ型電力計（電圧、電流、有効電力、力率、周波数） 3. 空気流量：フロート式もしくは（フローセンサー内蔵ダイヤフラム）デジタル式 各種 
計測留意事項	
補足説明	

計測の目的を理解する

計測する量と計測箇所を把握する

計測装置の種類や使用法の情報を入手する

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

（3）算定シートの利用方法

算定シートには、対策効果の算定のために入手すべきデータと標準的な計算方法を記載している。

対策番号

対策名称

対策名	141321	コンプレッサーからブロワーへの更新
対策タイプ	設備導入	
対象業種	産業用　業務用	
分類	圧空システム	

対策の類型を表示

適用業種（産業用、業務用）を枠で表示

対策の大分類

内容・目的

高い吐出圧を必要としない水切り、槽内の撹拌に対して、コンプレッサーを用いて、使用先で減圧弁やバルブを用いて圧力調整をしている場合、低圧空気の供給源としてルーツブロワーに更新することで動力損失の減少を図る。

対策の内容を理解する

計算条件

曝気部の圧力と空気量を変えず、コンプレッサーをブロワーに更新

項目	記号	データ		備考
圧縮空気消費量	V	3.9	m^3/min	
コンプレッサー動力	P1	37	kW	モーター定格容量
モーター負荷率	R	80	%	一般的な値
モーター効率	$\eta 1$	93	%	一般的な値
コンプレッサー定格風量	q	6.5	m^3/min	カタログ値
ルーツブロワー動力	P2	6.5	kW	圧力 60kPa、カタログ値
ブロワーモーター効率	$\eta 2$	88	%	一般的な値
年間稼働時間	t	8,760	h/年	24h/日×365 日/年
電動機負荷率	L	0.8		一般的な電動機負荷率
電気の熱量換算係数	He	9.97	GJ/千 kWh	
電力の CO_2 排出係数	fc	0.525	t-CO_2/ 千 kWh	
電力単価	ye	18.9	円/kWh	
原油換算係数	fo	0.0258	kL/GJ	

対策効果の算定に使用される量を把握する

記入されているデータ値は説明のために例示したものです。提案する対策の効果を算定する際には、計測やカタログから得られた値を使用してください。

補足説明

1．現状の空気消費量推定（15A 管×5 本、各ボール弁半開、診断時確認）
15A 管 5 本よりの空気量は次式で求められる。

$$V=\frac{60}{P}\times A\times\tau\times C\times P_C\times\sqrt{\frac{2}{RT}}\times 10^6[m^3/\mathrm{min}]$$[左の右かっこ消す]

ここで P：大気圧、20℃の空気密度＝1.205kg/m^3

A：ボール弁面積 管理面の 10%として＝5 本×203.6×10^{-6}×0.1=101.8×$10^{-6}$$m^2$

B：ボール弁上流圧力 0.55MPa-G＝0.6513MPa-abs

τ：臨界流量係数 0.484

C：ボール弁流量係数 0.5

R：ガス定数 287.03J/（kg・K）

T：空気温度 20℃=293K

計算方法の根拠やバックデータ等、参考となる事項の解説

計算方法

電力使用量（現状）	E1	V/q×P1×R/η1×t	167,288	kWh/年
電力使用量（改善後）	E2	P2/η2×t	64,705	kWh/年

対策効果の計算方法を把握する

効果

項目	単位	効果	備考
①削減電気量	kWh/年	102,583	E1- E2
②原油換算削減量	kL/年	26.4	①÷1000×He×fo
③CO_2 削減量	t-CO_2/年	53.9	①÷1,000×fc
④削減金額	千円/年	1,939	①÷1,000×ye
⑤投資項目	ルーツブロワー、空気配管、盤類		

対策効果を算出する

測定／取得データ

1．空気流量：q（m^3/min）
2．空気圧力：P(MPa) 吐出部、曝気部
3．モーター電力（電圧、電流、有効電力、力率）
4．運転時間（h/年）

計測するべき量を把握する

留意事項

通常、ブロワー化にあたっては、空気圧の低下に対応して空気配管の改造が必要になる。

出典・参考資料

［1］『工場の省エネルギーガイドブック　2018』（省エネルギーセンター）
［2］『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）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

参考　日本標準産業分類と本ガイドラインにおける業種との対応

赤字は本ガイドラインの対象外

日本標準産業分類　第 12 改訂（中分類 01-99）		1	2	3	4	5	6	7	
大分類	中分類	食品製造業	繊維工業	木製品・家具製造業	紙加工品製造業	化学工業	石油・石炭製品製造業	プラスチック製品製造業	
A 農業、林業	０１ 農業								
	０２ 林業								
B 漁業	０３ 漁業(水産養殖業を除く)								
	０４ 水産養殖業								
C 鉱業、採石業、砂利採取業	０５ 鉱業，採石業，砂利採取業								
D 建設業	０６ 総合工事業（本社）								
	０７ 職別工事業（本社）（設備工事業を除く）								
	０８ 設備工事業　（本社）								
E 製造業	０９ 食料品製造業	●							
	１０ 飲料・たばこ・飼料製造業	●							
	１１ 繊維工業		●						
	１２ 木材・木製品製造業（家具を除く）			●					
	１３ 家具・装備品製造業			●					
	１４ パルプ・紙・紙加工品製造業				●				
	１５ 印刷・同関連業								
	１６ 化学工業（大規模コンビナートを除く）					●			
	１７ 石油製品・石炭製品製造業						●		
	１８ プラスチック製品製造業（別掲を除く）							●	
	１９ ゴム製品製造業								
	２０ なめし革・同製品・毛皮製造業		●						
	２１ 窯業・土石製品製造業								
	２２ 鉄鋼業（粗鋼生産を除く）								
	２３ 非鉄金属製造業								
	２４ 金属製品製造業								
	２５ はん用機械器具製造業								
	２６ 生産用機械器具製造業								
	２７ 業務用機械器具製造業								
	２８ 電子部品・デバイス・電子回路製造業								
	２９ 電気機械器具製造業								
	３０ 情報通信機械器具製造業								
	３１ 輸送用機械器具製造業								
	３２ その他の製造業	←				最も近い製造業を選択			
F 電気・ガス・熱供給・水道業	３３ 電気業（本社）								
	３４ ガス業（本社）								
	３５ 熱供給業								
	３６ 水道業								
G 情報通信業	３７ 通信業								
	３８ 放送業								
	３９ 情報サービス業（データセンター）								
	４０ インターネット附随サービス業								
	４１ 映像・音声・文字情報制作業								
H 運輸業、郵便業	４２ 鉄道業（移動体除く）								
	４３ 道路旅客運送業（移動体除く）								
	４４ 道路貨物運送業（移動体除く）								
	４５ 水運業（移動体除く）								
	４６ 航空運輸業（移動体除く）								
	４７ 倉庫業								
	４８ 運輸に附帯するサービス業								
	４９ 郵便業（信書便事業を含む）								

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

本ガイドラインにおける業種分類																
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ゴム製品製造業	窯業・土石製品製造業	金属素材製造業	金属製品製造業	機械器具製造・印刷関連業	電子部品・機器製造業	熱供給業	水道業	データセンター	倉庫業	スーパーマーケット	ホテル・旅館	飲食店	クリーニング業	病院	廃棄物処理業	事務所・ビル
																●
																●
																●
				●												
●																
	●															
		●														
		●														
			●													
				●												
				●												
				●												
					●											
				●	(●)											
					●											
				●												
					>											
																●
																●
						●										
							●									
																●
								●								(●)
																●
																●
																●
																●
																●
																●
									●							
																●
																●

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

日本標準産業分類　第 12 改訂（中分類 01-99）		1	2	3	4	5	6	7	
大分類	中分類	食品製造業	繊維工業	木製品・家具製造業	紙加工品製造業	化学工業	石油・石炭製品製造業	プラスチック製品製造業	
Ｉ 卸売業、小売業	５０ 各種商品卸売業								
	５１ 繊維・衣服等卸売業								
	５２ 飲食料品卸売業								
	５３ 建築材料，鉱物・金属材料等卸売業								
	５４ 機械器具卸売業								
	５５ その他の卸売業								
	５６ 各種商品小売業								
	５７ 織物・衣服・身の回り品小売業								
	５８ 飲食料品小売業								
	５９ 機械器具小売業								
	６０ その他の小売業								
	６１ 無店舗小売業								
Ｊ 金融業、保険業	６２ 銀行業								
	６３ 協同組織金融業								
	６４ 貸金業，クレジットカード業等非預金信用機関								
	６５ 金融商品取引業，商品先物取引業								
	６６ 補助的金融業等								
	６７ 保険業（保険媒介代理業，保険サービス業を含む）								
Ｋ 不動産業、物品賃貸業	６８ 不動産取引業								
	６９ 不動産賃貸業・管理業								
	７０ 物品賃貸業								
Ｌ 学術研究、専門・技術サービス業	７１ 学術・開発研究機関								
	７２ 専門サービス業（他に分類されないもの）								
	７３ 広告業								
	７４ 技術サービス業（他に分類されないもの）								
Ｍ 宿泊業、飲食サービス業	７５ 宿泊業								
	７６ 飲食店								
	７７ 持ち帰り・配達飲食サービス業								
Ｎ 生活関連サービス業、娯楽業	７８ 洗濯・理容・美容・浴場業								
	７９ その他の生活関連サービス業								
	８０ 娯楽業								
Ｏ 教育、学習支援業	８１ 学校教育								
	８２ その他の教育，学習支援業								
Ｐ 医療、福祉	８３ 医療業（注：企業数は医療・福祉）								
	８４ 保健衛生								
	８５ 社会保険・社会福祉・介護事業								
Ｑ 複合サービス事業	８６ 郵便局								
	８７ 協同組合（他に分類されないもの）								
Ｒ サービス業（他に分類されないもの）	８８ 廃棄物処理業								
	８９ 自動車整備業								
	９０ 機械等修理業（別掲を除く）								
	９１ 職業紹介・労働者派遣業								
	９２ その他の事業サービス業								
	９３ 政治・経済・文化団体								
	９４ 宗教								
	９５ その他のサービス業								
	９６ 外国公務								
Ｓ 公務（他に分類されるものを除く）	９７ 国家公務								
	９８ 地方公務								
Ｔ 分類不能の産業	９９ 分類不能の産業								

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

本ガイドラインにおける業種分類																	
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	ゴム製品製造業	窯業・土石製品製造業	金属素材製造業	金属製品製造業	機械器具製造・印刷関連業	電子部品・機器製造業	熱供給業	水道業	データセンター	倉庫業	スーパーマーケット	ホテル・旅館	飲食店	クリーニング業	病院	廃棄物処理業	事務所・ビル
										(●)							●
										(●)							●
											●						
										(●)							●
										(●)							●
										(●)							●
																	●
											●						
																	●
																	●
																	(●)
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
												●					
													●				
													●				
														●			
																	●
																	●
																	●
																	●
															●		
															(●)		●
															(●)		●
																	●
																	●
																●	
					(●)												●
					(●)												●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2　業種別の診断ポイントと対策技術

5.2.1　食品製造業

1．食品製造業のプロセスと CO_2 排出の概要

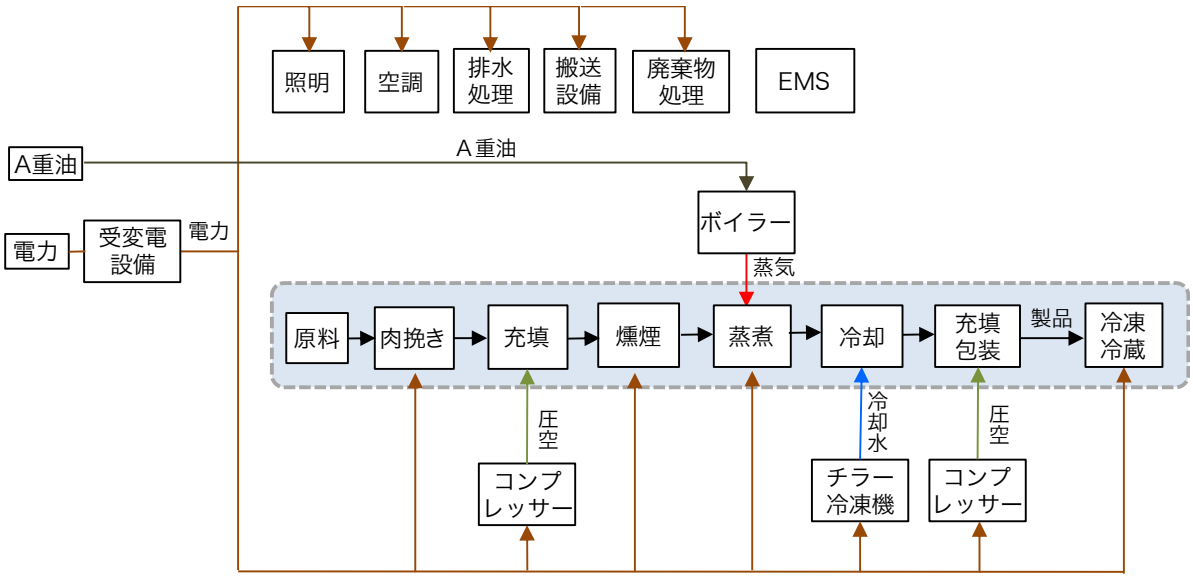


図 5.2.1-1　スモークソーセージ製造の工程とエネルギーフローの例

食品の製造において良い品質を得るためには、素材の品質管理に始まり、製造、包装、出荷設備の工程毎に適切な設備と製造条件ならびに品質管理が必要である。

食品の分類は、表 5.2.1-1 に記すが、本章では、その事例として「ソーセージ・ハム」の製造工程を記載した。製造する食品の種類ごとに工程、設備、品質管理の方法は異なるが、CO_2削減（省エネルギー）のために留意すべき事柄は、蒸気、電気、圧縮空気などのユーティリティや照明、電源設備、電動機、ファン・ポンプ、冷凍・冷蔵設備など共通設備は普遍的である。食品製造は、工程ごとの混合、熱伝導、反応などで類似しているものが多い。なお、食品品質は HACCP[*1] で管理されている。

ノート
個々の製造工程の特徴をよく理解することがよい診断につながります。

*1 HACCP
☞ 用語解説

表 5.2.1-1　食品の分類

No.	分類	食品の種類
1	原料食品	小麦粉、澱粉粉、砂糖、植物油脂、コーンスターチ、乾燥野菜
2	小麦粉加工品	パン類、麺類、パスタ類
3	肉製品類	ソーセージ、ハム、生ハム、ベーコン、ハンバーグミートソース
4	魚介製品	かまぼこ、魚肉ソーセージ、鰹節、昆布、海苔、燻製品、佃煮
5	乳製品	発酵乳、バター、チーズ、粉乳、アイスクリーム
6	大豆加工品	豆腐、豆乳、納豆
7	調味料	醤油、味噌、食酢、みりん、ソース、マヨネーズ、ドレッシング
8	酒	日本酒、ビール、ワイン、焼酎、蒸留酒
9	ソフトドリンク類	果実飲料、炭酸飲料、レギュラーコーヒー、緑茶、紅茶
10	菓子類	チョコレート、チューインガム、キャンディー、ポテトチップス、せんべい、カステラ、大福餅
11	缶・瓶詰類	果実缶詰、ジャム、マグロ缶詰、コンビーフ
12	便利食品	即席ラーメン、インスタントスープ、レトルト食品、冷凍食品

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

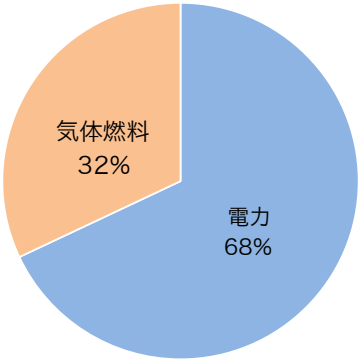


図 5.2.1-2
食品製造（ソーセージ・ハム）業の
典型的なエネルギー源別
CO_2 排出量構成例

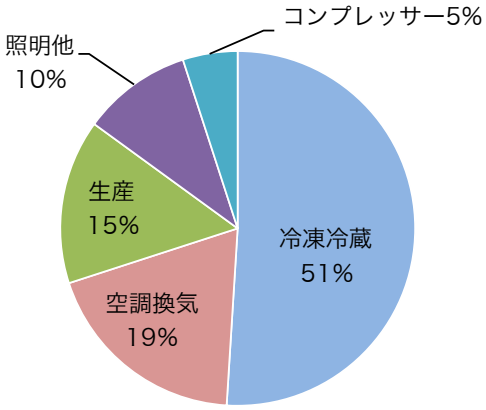


図 5.2.1-3
食品製造（ソーセージ・ハム）業の
典型的な設備別電力消費構成例

今回取り上げる「ソーセージ・ハム」の内、ソーセージの製造の代表的な工程を表 5.2.1-2 に記す。原材料は、豚、牛、馬、羊、鶏、兎、魚肉、家畜臓器類である。

表 5.2.1-2 スモークソーセージの製造工程

No.	工程	内容
1	塩漬	塩漬剤に漬けて冷蔵庫保管、要求品質に応じて数日間冷蔵庫で熟成
2	肉挽き	チョッパーで３mm 大に挽く
3	細切り混捏	挽肉、副原料、添加物を入れて細切り、混捏　→ミートエマルジョン
4	充填・結紮	ミートエマルジョンを充填機でケーシング（天然腸、コラーゲンケーシング、セルロースケーシング、合成樹脂ケーシング）に充填。充填後は、金属クリップや綿糸などで両端を結紮
5	燻煙	樫や桜のチップで燻煙。連続式とバッチ式がある
6	蒸煮、湯煮	適度の弾力、硬さを与え、また微生物を殺菌して衛生的な保存性を高める
7	冷却	冷却室で中心温度が、10℃以下になるまで冷却する
8	梱包	真空包装、普通包装、ガス置換包装
9	保管	出荷まで冷蔵倉庫で保管

ノート

食品加工プロセスでは加熱と冷却が同居することが多く、エネルギーロスが大きい。

2．発生するエネルギーロスの例

- 生産設備洗浄廃（温）水の熱ロス
- 燻煙装置など各種加熱冷却装置の排熱ロス
- 非稼働生産設備の（ポンプ、ブロワー等）補機待機運転・通電による電力ロス
- 生産設備の設定温度の過大、過少による電力ロス
- 燻煙装置など生産設備、冷蔵冷凍設備のワーク通過部開口などからの熱ロス

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

- 他業種と比べて衛生管理が徹底しているため、温度、時間など食品の品質に影響をおよぼしそうな提案を行なうときは、衛生管理上、問題がないかどうか確認する必要がある。空調の温湿度や清浄度は、品質保持を優先して管理されているし、照明も品質確認用に演色性を優先している可能性がある。
- 粉塵、汚染の発生しそうな設備の導入・更新・改造は難しい。
- 計測機器持ち込み、設置の際には粉塵、汚染の発生がないか十分留意する。
- 食品製造では廃棄物・排水量が多いため、廃棄物・排水処理工程での CO_2 排出量抑制対策が重要である。

ノート

空調や照明の対策を提案する前に、業界基準を参照する必要があります。

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
肉挽/充填	肉挽／細切／混捏／充填・結紮で、稼働していない機器への通電は遮断されているか	運用改善	電源オフの徹底	
	肉挽/細切/混捏/充填・結紮で、装置停止時に補機も停止しているか	運用改善	作業手順書への反映と徹底	
			装置停止時に補機停止するシーケンス変更	240111
燻煙	配管や生産設備からの蒸気漏れはないか	部分更新・機能付加	蒸気漏れの配管・継手・バルブ類の更新保守点検	122231
	外壁の表面温度は高くないか		高断熱材を用いた工業炉の断熱、保温の強化	250221
	ワークの出入口は必要最小限の開口であるか		不要時の閉塞、垂れ幕の改良、エアーカーテンの利用	260221
	加熱装置の熱回収は行われているか	部分更新・機能付加	排熱回収設備の導入	250211
	冷却工程との間で熱融通できないか	設備導入	冷温同時取り出し型ヒートポンプの導入	
蒸煮	蒸煮、湯煮で高温の排水、排気は有効活用されているか	部分更新・機能付加	排熱回収設備の導入	250211
	蒸煮、湯煮で冷却工程との間で熱融通できないか	設備導入	冷温同時取り出し型ヒートポンプの導入	

ノート

高効率機器はL2-Tech機器やトップランナー機器から選びます。

ノート

ポンプ、ファン等補機の不要時停止はシーケンス変更が安価で確実です。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
廃棄物処理	食品加工廃棄物を燃料として有効利用できないか	燃料転換	バイオマス液体燃料の利用	330411
		電力低炭素化	バイオマス燃料を利用する発電設備の導入	300521
EMS	EMS を導入して見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311
搬送設備	フォークリフトの燃料転換はできないか	燃料転換	LPG、蓄電池、水素への燃料転換	
電力	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511

ノート

省エネ・排ガスレスのフォークリフトを使用することは衛生面でも勧められます。

参考図書

［1］『CO_2削減ポテンシャル診断ガイドライン　第１版』（環境省）
［2］『冷凍冷蔵倉庫の省エネルギー対策』（東京都環境局）

用語解説

1）HACCP

食品製造の安全を確保する管理手法のこと。食品等事業者自らが食中毒菌汚染や異物混入等の危害を把握した上で、原材料の入荷から製品の出荷に至る全行程の中で、それらの危害要因を除去または低減させるために特に重要な工程を管理し、製品の安全を確保しようとする衛生管理の手法。（出所：厚生労働省 HP）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.2　繊維工業

1．繊維工業のプロセスと CO_2 排出の概要

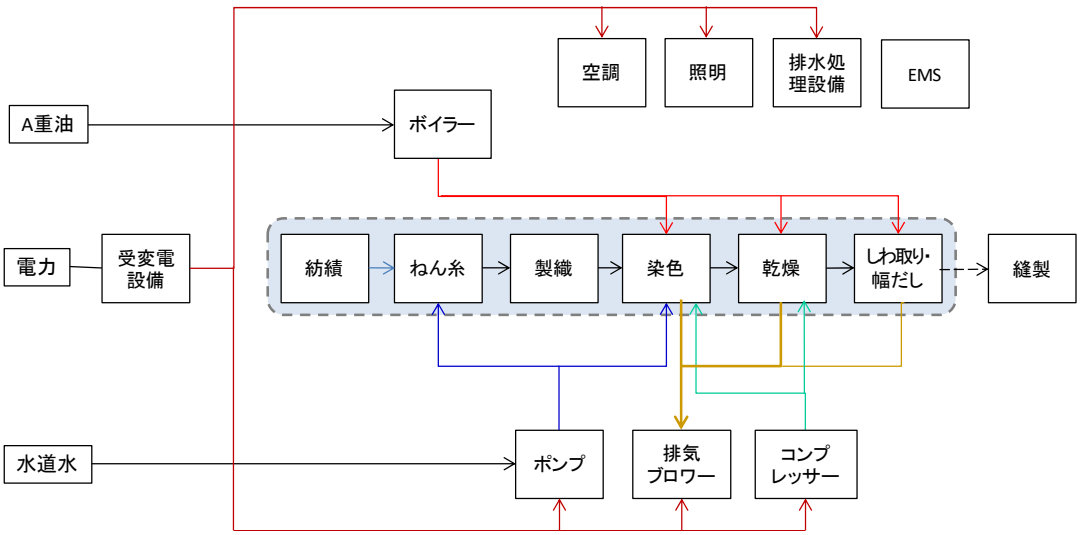


図 5.2.2-1　繊維工業の工程とエネルギーフローの例

繊維製造業における一般的な工程と関連する設備、およびエネルギーフローの例を図 5.2.2-1 に、一般的な工程を表 5.2.2-1 に示す。

表 5.2.2-1　繊維工業の工程

No.	工程	内容
1	紡績	原料の繊維から糸の状態にするまでの工程
2	ねん糸	糸に撚りをかける工程。合成繊維では新しい繊維（原糸）が常に開発され、それに対応したねん糸法の開発が盛んに行なわれている
3	製織	経糸（たていと）と緯糸（よこいと）を組み合わせて織物をつくる工程
4	染色	糸や布などに色を染める工程。浸染系（無地染め）、捺染系（柄染め）等がある。
5	乾燥	糸や布等の乾燥工程。シリンダー乾燥機*1 が広く使用されている。
6	しわ取り・幅だし	湿気や熱を与えながら織布のしわ取りや幅の調整する工程

染色工程には、染色液を高温に維持する染色槽、乾燥機、しわ取りや幅だしに使用されるテンター等があり、蒸気等の熱を多量に使用する。これらの設備に関する省エネ対策は、CO_2 削減ポテンシャルが大きいと考えられる。

また、染色機は染色後の洗浄に大量の水（または井水）を必要とするため、水量の削減により排水処理に要するエネルギーの削減が期待できる。

繊維工業における一般的なエネルギー源としては、電力、A 重油が主であり、その他 LPG や灯油なども多少使用される。A 重油と電力の使用割合は工場の業態によって変化し、染色・製織が主の場合はボイラーに使用される A 重油の割合が多く、縫製等が主の場合は空調や照明、縫製機等に使用される電力の割合が大きくなる。

ノート
個々の製造工程の特徴をよく理解することがよい診断につながります。

*1 **シリンダー乾燥機**
染色や仕上加工などの連続加工において広く使用されている乾燥機。ドラム状のシリンダー内部に蒸気を通して表面金属部を加熱し、糸や布を連続的に接触させながら乾燥させる

ノート
染色工程では、大量の蒸気や水を使用するため、大きな省エネ効果が期待できます。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

2．繊維工業に特有なエネルギーロスの例

●ねん糸機のエネルギーロス

負荷に応じた回転数の調整がされないとロスに繋がる。タイマーによるオンオフ制御や、インバータによる回転数制御はロス低減に有効である。

●染色機のエネルギーロス

染色槽は染料の保温のため高温に維持される。染色槽の断熱が不十分だと放熱量が多くなり、ロスの増大につながる。

●乾燥機のエネルギーロス

一般的に使用されるシリンダー乾燥機等は、蒸気エネルギー等を大量に使用するため、排熱回収とその再利用が効果的な省エネにつながる。

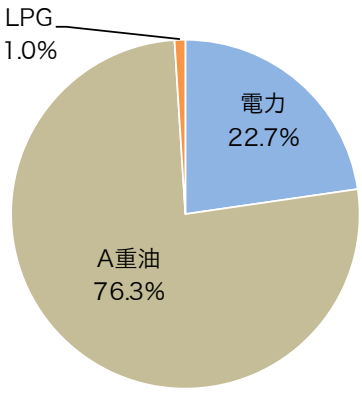


図 5.2.2-2
繊維工業に関するエネルギー源の
CO_2 排出量構成の例

＊2 テンター
布のしわ取りや幅出しをする装置

●テンター[*2]のエネルギーロス

湿気や熱を与えながら織布のしわ取りや幅の調整を行なうテンターは、電気式の場合、断熱不足によりデマンドを押し上げる可能性がある。また、湿気を必要とするため、排気や空調に要するエネルギーが大きくなる。

●排水処理のエネルギーロス

染色の後の洗浄に使用される水道水や井水は、使用量が多くなると排水処理に要するエネルギー増大の原因となる。ノズルやバンク（液体ジェットを生成するノズルアレイ）の工夫によって、省水量、省エネを実現することが期待される。

●縫製が主の場合のエネルギーロス

縫製機や空調機器、照明に消費される電力の使用割合が大きく、特に空調機器や照明を省エネ機器に更新することで、大きなロス低減につながる。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

●製造ラインでの目視による品質確認が必要な場合は、照明では演色性の配慮が要求されることが多い。演色性が高い蛍光灯等を使用する必要がある。

●品質維持のために、温湿度の管理や空気清浄機能が必要な場合が多い。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
紡績	紡績機の低効率モーターが使用されていないか	設備導入	高効率モーターへの更新	240321
	・電動機（モーター）に関する対策　☞　5.4.4-1 電動機			
ねん糸	ねん糸機の電動機は負荷に応じた回転数調整、停止がされているか	部分更新・機能付加	タイマーによるオンオフ制御	
			インバータ導入による回転数制御	
	ねん糸機に V ベルトは使用されていないか		省エネベルトの導入	240231
	ねん糸機に供給される水道水の流量は適量か		ポンプのインバータ化による流量制御	240222
	・電動機に関するその他の対策　☞　5.4.4-1 電動機			
	・ポンプに関するその他の対策　☞　5.4.4-2 ポンプ			
製織	織機のヘルド*3 を軽量材に変更できないか（金属製→プラスチック製）	部分更新・機能付加	軽量化することで電動機の動力を低減	
	織機の電動機は高効率か	設備導入	高効率モーターへの更新	240321
	・電動機に関する対策　☞　5.4.4-1 電動機			
染色	不要時に排気ブロワーが稼動していないか	運用改善	ブロワーの不要時停止	240111
	染色槽（釜）からの放熱が多くないか	部分更新・機能付加	タンク（槽）の保温	121211
	染色機に使用される蒸気の配管部に漏れはないか		蒸気配管、バルブ、継手部の漏れ確認、更新	122231
	染色方法を見直せないか（染色液の使用は大量の洗浄水を使用）		給排水ポンプの流量・圧力調整	240222
	染色機に供給される水道水の流量は適量か		ポンプのインバータ化による流量制御	240222
	・ブロワーに関する対策　☞　5.4.4-3 ファン・ブロワー			
	・蒸気に関する対策　☞　5.3.2 蒸気システム			
	・ポンプに関する対策　☞　5.4.4-2 ポンプ			

ノート

動力は回転数の３乗に比例。インバータによる回転数低減は大きな省エネ効果が期待できます。

＊3 ヘルド

緯（よこ）糸を通す杼（ひ）道をつくるために、経（たて）糸を運動させるための用具

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
乾燥	乾燥機は不要時に停止しているか	運用改善	乾燥機の運転時間短縮	250151
	乾燥機の蒸気ドレンを回収し、再利用しているか	部分更新・機能付加	蒸気式加熱器のドレン熱回収（給水加熱）	122241
	乾燥機の熱交換器部分からの放熱が多くないか		熱交換器部分の保温	121211
	乾燥機のボイラー蒸気の代わりに高温用ヒートポンプを使用できないか	燃料転換	ボイラー蒸気の代わりに高温用ヒートポンプで加熱機を稼動し、省エネ化、CO_2削減	
	・蒸気に関する対策 ☞ 5.3.2 蒸気システム			
しわ取り幅出し	不要時に排気ブロワーは停止しているか	運用改善	ブロワーの不要時停止	240111
	電気式テンターの場合断熱不足により消費電力が増大し、デマンドを押上げる可能性あり	部分更新・機能付加	デマンド制御の導入	220231
	蒸気式テンターのドレンを回収し再利用しているか		蒸気式加熱器のドレン熱回収（給水加熱）	122241
	蒸気式テンターの代わりに高温用ヒートポンプを使用できないか	燃料転換	ボイラー蒸気の代わりに高温用ヒートポンプで加熱機を稼動し、省エネ化、CO_2削減	
	・ブロワーに関する対策 ☞ 5.4.4-3 ファン・ブロワー			
	・蒸気に関する対策 ☞ 5.3.2 蒸気システム			
縫製	縫製機の冷却に使用されている圧縮空気は不要時に供給停止しているか	運用改善	圧縮空気を不要時に供給停止	240111
	縫製機にＶベルトが使用され、駆動力増大になっていないか	部分更新・機能付加	省エネベルトの導入	240231
	・圧縮空気に関する対策 ☞ 5.3.4 圧空システム			
電力	面積が比較的大きい工場屋根を有効活用しているか	電力低炭素化	太陽光発電設備の導入（夏季の空調負荷低減にもつながる）	300511
	CO_2削減のために電気事業者の変更を検討したか		電気事業者の見直し	330511
EMS	EMS 等を導入して見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311

ノート

蒸気加熱の代わりに高温ヒートポンプを使用することで、大きな省エネ効果が期待できます。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.3　木製品・家具製造業

1．木製品・家具製造業のプロセスと CO_2 排出の概要

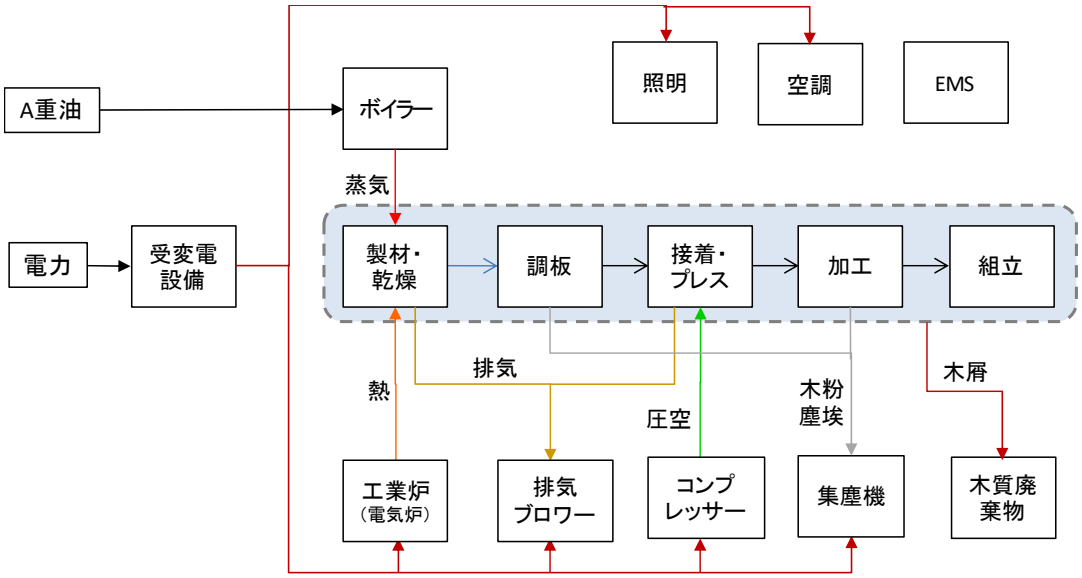


図 5.2.3-1　木製品・家具製造業の工程とエネルギーフローの例

図 5.2.3-1 に、木製品･家具製造業の一般的な工程とエネルギーフローの一例を示す。表 5.2.3-1 には、各工程の簡単な説明を掲げる。

表 5.2.3-1　木製品・家具製造業の工程

No.	工程	内容
1	製材・乾燥	原木から薄い木の板（単板）を切り出して乾燥。乾燥には蒸気が使用される場合もある
2	調板	板を加工する工程
3	接着・プレス	接着時の換気のために排気ブロワーを使用。プレスには主に圧空が使用される
4	加工	加工時に木粉塵が発生し、集塵機が使用される
5	組立	加工した部材の組立工程

木製品・家具製造の工程には、一般的に単板の乾燥、板を加工する調板、接着やプレス、部材への加工、組み立てがある。また、加工の際に生じる木粉塵を集塵するための集塵機、乾燥や接着・プレス工程での換気（排気）設備などが備わっている。圧空がユーティリティの中で最も主要なものであり、主に接着・プレス工程で使用される。場合によっては、蒸気が乾燥工程で使用されることもある。使用されるエネルギー源としては、ほとんどが電力であり、乾燥用に少量の LPG、灯油、軽油などが使用される場合もある（図 5.2.3-2 は、電力のみが使用された例）。

ノート

個々の製造工程の特徴をよく理解することがよい診断につながります。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

2．木製品・家具製造業に特有なエネルギーロスの例

●集塵機のエネルギーロス

　加工時に発生する木粉塵を回収する集塵機は、電力使用量の中でも大きな割合を占める例がある。

　木粉塵のつまりによる集塵能力の低下、ベルトの摩耗等がエネルギーロス増大につながる。

●圧空のエネルギーロス

　圧空はプレス工程や加工で良く使用される。配管やエアーガン他のコネクター部からの空気漏れがエネルギーロスとなる。

ノート

集塵機の目詰まりには注意しましょう。

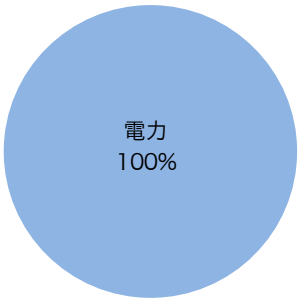


図 5.2.3-2
木製品・家具製造業に関する
エネルギー源別 CO_2 排出量構成の例

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

●日本農林規格（JAS 法）の認定取得している場合、JAS で定められている品質を確保する必要があり、製造条件に影響を及ぼす可能性のある省エネ対策は実施されにくい。

●古い工場は木粉塵が多く空調機故障の原因となるため、作業場に冷暖房機器を設置しにくい場合がある。

ノート

必要に応じて、日本農林規格（林産物）を確認しましょう。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
製材・乾燥	乾燥機の乾燥温度は過剰に高くないか	運用改善	温度・循環水量等の調整	
	乾燥機の稼動時間は過剰に長くないか		乾燥作業の停止時などに乾燥炉、排気ブロワー等の付帯設備を確実に停止	240111
	乾燥機に蒸気を使用している場合、蒸気配管の断熱不良、蒸気漏れはないか	部分更新・機能付加	蒸気配管、バルブ、フランジ等の断熱強化、漏れ部の部品更新	122221 122231
	・乾燥機（電気炉）に関する対策　☞　5.4.5 工業炉			
	・排気ブロワーに関する対策　☞　5.4.4-3 ファン・ブロワー			
	・蒸気に関する対策　☞　5.3.2 蒸気システム			
調板	集塵機は木粉塵による目詰まり等で性能低下や損傷が起きやすい	運用改善	室内機のフィルター清掃	112111
	加工機の摩耗したベルトや V ベルト等を使用していないか	部分更新・機能付加	損耗ベルトの定期的な交換。省エネベルトの導入	240231
	加工機はモーター効率の高い製材機や加工機を使用しているか（購入当時の古くて効率の悪いモーターを使用している場合が多い）	設備導入	高効率モーターへの更新	240321
	・電動機（モーター）に関する対策　☞　5.4.4-1 電動機			
	・集塵機に関する対策　☞　5.4.4-3 ファン・ブロワー			
接着・プレス	接着・プレス装置の接着に要する時間、温度は過剰でないか	運用改善	作業時間や設定温度の見直し、コンプレッサーや排気ブロワー等の付帯設備の運転時間短縮	240111
	・コンプレッサーに関する対策　☞　5.3.4 圧空システム			
	・排気ブロワーに関する対策　☞　5.4.4-3 ファン・ブロワー			

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
加工	木粉塵による目詰まり等で、集塵機や空調用室内機の性能が低下していないか	運用改善	空調用室内機のフィルターの定期的清掃	112111
			集塵機のフィルターの定期的清掃	
	加工機はモーター効率の高い製材機や加工機を使用しているか（購入当時の古くて効率の悪いモーターを使用している場合が多い）	設備導入	高効率モーターへの更新	240321
	・集塵機に関する対策 ☞ 5.4.4-3 ファン・ブロワー			
	・電動機（モーター）に関する対策 ☞ 5.4.4-1 電動機			
木質廃棄物	廃材をバイオエタノールの原料等に有効利用できないか	燃料転換	廃材の燃料用バイオエタノール化（実用化されているため、利用可能な場合がある）	330411
	木屑の有効利用は実施されているか		バイオマス燃料化、バイオマスボイラーの導入	
		電力低炭素化	バイオマス発電の導入	300521
電力	工場屋根に太陽光パネルを設置できないか	電力低炭素化	太陽光発電設備の導入検討（夏季の空調負荷低減にも繋がる）	300511
	電気事業者の見直しで CO_2 削減		電気事業者の見直し	330511
EMS	EMS 等を導入した見える化の実施とロス把握と対策	設備導入	EMS の導入	320311

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.4　紙加工品製造業

1．紙加工品製造業の工程と CO_2 排出の概要

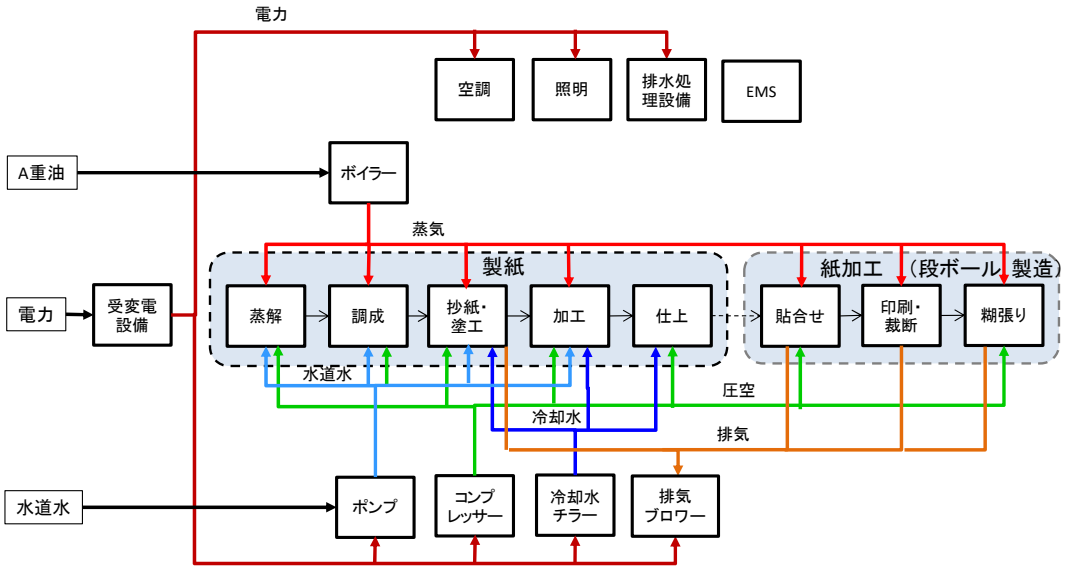


図 5.2.4-1　紙加工品製造業の工程とエネルギーフローの例

図 5.2.4-1 は、製紙工場と紙加工品工場の一般的工程を便宜的につないで、プロセスフローとして示したものである。また、各工程の主要なユーティリティ等を併せて記載して、エネルギーの流れも示している。表 5.2.4-1 には、各工程の簡単な説明を掲げる。

ノート

受診事業所の事業内容・工程をしっかり理解願います。

表 5.2.4-1　紙加工品製造業の一般的工程

No.	工程		内容
1	製紙	蒸解	パルプや古紙などを繊維状に離解する工程。水を入れた巨大なミキサーのようなパルパーで、繊維状にほぐされる
2		調成	パルプの叩解*1、パルプの配合、填料・染料等の薬品添加や原料濃度、pH等を調整し、紙の基本品質が決定する工程
3		抄紙・塗工	毛羽立たせて絡みやすいパルプにし、プラスチック製の網の上に均一に噴出してシートを作る（紙抄き）工程、脱水や乾燥工程、下塗り工程などからなる
4		加工	印刷しやすいように上面をきれいにしたり滑らかにする
5		巻取り	ロール状に紙を巻きとる
6	紙加工	貼合せ	段ボールシートの製造等で、中しん原紙を波形に成形した後、裏ライナと貼り合わせて片面段ボールを作ったり、その片面段ボールに表ライナを貼り合わせる作業など
7		印刷・裁断	表面への印刷や所定長さの切断等
8		糊張り	段ボール箱等の開梱や補強のために、内側部分へのテープ貼りや糊付け等

*1 **叩解**
（こうかい）
パルプの繊維を機械的に切りほぐしたり押しつぶしたりする作業

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

熱エネルギーとしての蒸気、および圧空がほとんどの工程に使用されている。製紙工場の代表的な製造設備としては、パルプや古紙などを繊維状に離解する蒸解設備、紙を抄く抄紙設備、その他各種加工機や巻き取り機など、また紙加工品製造の代表設備としでは、貼り合わせや裁断他を行なうコルゲーター*2 がある。

蒸気ボイラーの燃料としては、A 重油が使用されていることが多い。その他は機械装置等を駆動するための電力であり、エネルギー源の CO_2 排出量は電力と A 重油で占められる。割合の 1 例を図 5.2.4-2 に示す。

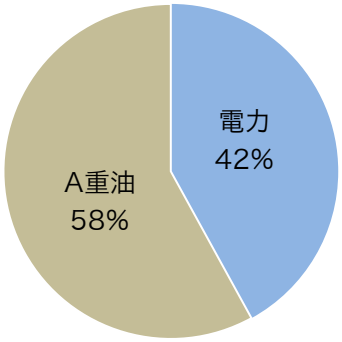


図 5.2.4-2
紙加工製品製造業に関する
エネルギー源の CO_2 排出量構成の例

*2 **コルゲーター**
全長 70m～100m の段ボール製造装置

ノート
製紙工場、紙加工工場で大量に使用される蒸気の削減は、大きな省エネ効果に繋がります。

2．紙加工品製造業に特有なエネルギーロスの例

- 蒸気ボイラーに伴うエネルギーロス
  熱の使用量が多く、そのほとんどはボイラーで製造される蒸気である。したがって、蒸気ボイラーおよび蒸気使用機器の省エネ化がエネルギーロス削減に大きく寄与する。また、ボイラーの燃料転換により、多大な CO_2 削減も期待できる。
- 品質維持のための湿度管理に伴うエネルギーロス
  製品の品質を管理する上で、製造現場が高湿度になることは好ましくなく、ドライヤーでの蒸発水分は排気ファンで排出され、その量が多い。製造現場の負圧を避けるため、乾燥空気を外部から給気してバランスをとっており、この排気・給気の運用によっては大きなエネルギーロスとなることが考えられる。
- 抄紙設備のプレスやコルゲーターによる貼り合わせ工程他で圧空が使用されており、配管の空気漏れ、設定圧力の高すぎによる空気漏れなど、多量のエネルギーロスの可能性が考えられる。

ノート
製造条件に影響されない対策を提案しましょう。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

- 生産品種の切り替えに伴って製造条件が変更されることが多い。したがって、製造条件に影響を与える可能性のある対策に関しては、受診事業者との十分な協議のもとに提案する必要がある。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
蒸解	蒸解釜やパルパーの断熱壁面からの放熱は大きくないか	部分更新・機能付加	局所高温部の保温	250221
	ボイラーに関する対策　☞　5.3.2 蒸気システム			
	水道水用ポンプに関する対策　☞　5.4.4-2 ポンプ			
調成	リファイナー（叩解機）に関連する対策　☞　5.4.4-1 電動機			
	排気ブロワーに関する対策　☞　5.4.4-3 ファン・ブロワー			
	水道水用ポンプに関する対策　☞　5.4.4-2 ポンプ			
	コンプレッサーに関する対策　☞　5.3.4 圧空システム			
妙紙・塗工	ドライヤーの設定温度が高すぎないか（効率よく乾燥するには、蒸発水分量が入口側から順次少なくなるように設定）	運用改善	蒸発水分量と加熱蒸気量のバランスをとる（蒸気使用量の削減）	
	電気式ドライヤーの生産稼動前の暖気運転の時間が長すぎないか		時間の適正管理（待機時間の短縮によるロス低減）	
	排気量が多過ぎ（外気吸い込み量大）、温度低下になっていないか	部分更新・機能付加	回転数やダンパーで排気量の調整	240221
	断熱壁面からの放熱は大きくないか		局所高温部の保温	250221
	ドライヤーからの排熱を活用しているか		廃熱の回収（給気予熱）など	121222
	蒸気式ドライヤーの側面等の断熱は十分か		局所高温部の保温	250221
	ロール操作や異物ブロー等で使用される圧空が過剰に使用されていないか	設備導入	適正容量の高効率コンプレッサーの導入	141311
	ボイラーに関する対策　☞　5.3.2 蒸気システム			
	コンプレッサーに関する対策　☞　5.3.4 圧空システム			
	冷却水に関する対策　☞　5.3.3 冷却水システム			

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

＊3 **カレンダー**
紙の凹凸を無くして紙に光沢を付与する装置

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
加工	カレンダー*3の温度・圧力は適正か（品種ごとに設定が異なり、その度に調整する必要あり）	運用改善	空気圧縮機等の吐出圧管理	141111
	ボイラーに関する対策 ☞ 5.3.2 蒸気システム			
	コンプレッサーに関する対策 ☞ 5.3.4 圧空システム			
	冷却水に関する対策 ☞ 5.3.3 冷却水システム			
仕上	製糊の加熱用熱源を他工程の排熱で賄えないか	部分更新・機能付加	製糊工程熱源の見直し、流用	
	コンプレッサーに関する対策 ☞ 5.3.4 圧空システム			
	冷却水に関する対策 ☞ 5.3.3 冷却水システム			
紙加工（段ボール製造）	コルゲーターの稼動停止中に蒸気が供給されていないか	運用改善	非稼動時に蒸気供給の停止	121111
	製造製品の切り替えを、蒸気負荷の小さい朝（始業時）に変更できないか		切り替え時のコルゲーターの消費蒸気量が大きく、低負荷時の朝に実施し、蒸気使用量の平準化を図る	
	コルゲーターの熱板の保温は十分か	部分更新・機能付加	局所高温部の保温	250221
	現有のコルゲーターは古くないか	設備導入	生産条件に合致した最新機に更新	
	ボイラーに関する対策 ☞ 5.3.2 蒸気システム			
	コンプレッサーに関する対策 ☞ 5.3.4 圧空システム			
電力	工場屋根に太陽光パネルを設置できないか	電力低炭素化	太陽光発電設備の導入検討（夏季の空調負荷低減にも繋がる）	300511
	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか		電気事業者の見直し	330511
EMS	EMS 等を導入した見える化の実施、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.5　化学工業

1．化学工業のプロセスと CO_2 排出の概要

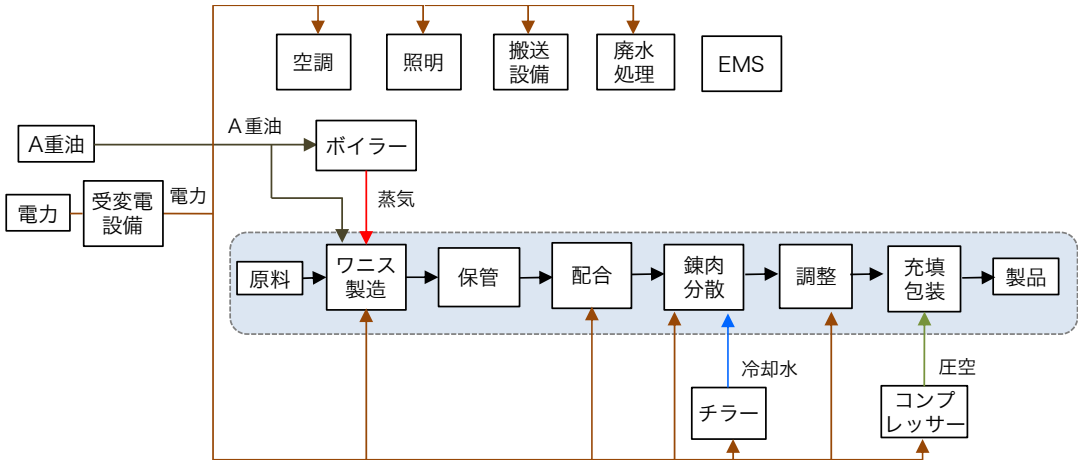


図 5.2.5-1 塗料製品製造の工程とエネルギーフローの例

化学工業とは、原料を化学反応によって加工して化学製品を作る工業であり、有機化学工業と無機化学工業に分けられる。

表 5.2.5-1 化学工業の分類

大分類	中分類	内容
有機化学工業	石油化学工業	ナフサ等を原料とするエチレン、プロピレン製造 芳香族化合物（ベンゼン、トルエン）を原料とする製造
	天然ガス化学工業	メタンを原料とし、一次製品のメタノールから各種製造
	石炭化学工業	石炭からコークスを作る際の副生物（ガス、コールタール）を原料とする
	高分子化学工業	低分子（モノマー）を重合させ高分子を製造
	油脂工業	石鹸製造時に副生する長鎖脂肪酸、グリセリンおよびこれらを原料とした製造
	精密有機化学工業	医薬品、電子材料、塗料、染料、香料
無機化学工業	ソーダ工業	食塩の電気分解によって得られる水酸化ナトリウムおよび塩素およびこれらを原料とした製造
	アンモニア工業	窒素を含む無機化合物製造、アンモニア、硝酸とその塩
	硫酸工業	硫黄を含む無機化合物製造、硫酸、亜硫酸
	精密無機化学工業	医薬品、電子材料、塗料

ノート

有機化学工業製品には多品種小口のものが多く、フレキシブルな生産システムが求められています。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

ここでは、比較的中小規模の工業である、塗料の内インキ製造を事例として取り上げる。

インキは、高粘度のペースト状と低粘度の液状に分けられ、おおむね図 5.2.5-1 のような工程で製造される。各工程の内容については、表 5.2.5-2 を参照されたい。

表 5.2.5-2 インキ製造工程

No.	工程	内容
1	ワニス製造	合成樹脂、乾性油、溶剤などをワニス窯で加熱溶解
2	配合	ワニスと顔料をミキサーまたはニーダでプレミキシング
3	錬肉、分散	アジテータミルや３本ロールミルで錬肉、溶剤や希釈ワニスを加えてベースを作る
4	調整	色調、年度調整、品質チェック
5	充填、梱包	大ロット製品はローリーやドラムに、中小ロット製品は石油缶や１kg 缶に充填、ラベルを貼って出荷

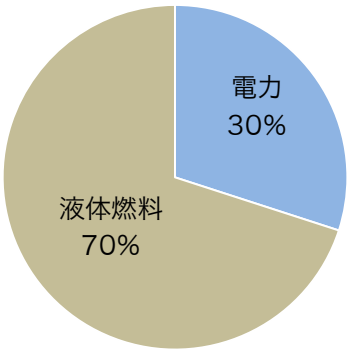


図 5.2.5-2　化学工業のエネルギー源別 CO_2 排出量構成例

ノート

スケジュール管理による、バッチ切り替え時のエネルギーロス低減が大切です。

ノート

製品ごとの管理基準（マニュアル）作成が大切です。

2．発生するエネルギーロスの例

- バッチプロセスであるため、工程間の物流は人に負うことが多く、また、単体設備のコントロールが中心であるので、プロセスの空白時間、人のいないときの空調、照明などのエネルギーロスに留意が必要。
- 製品品質確保のための生産用空調やクリーンルームが使われている工場が多く、熱源、熱搬送、空気調和設備の各工程でのロス把握が必要。
- 生産設備停止時の（ポンプ、ブロワー等）補機の待機運転による電力ロス。
- バッチ生産設備のロット変更時の洗浄用の冷温水の温度過少・過剰もしくは直接排水による熱ロス。
- ワニス製造など高温容器壁面からの放熱ロス。
- 錬肉、（混練）調整など回転機器の回転数過剰による電力ロス。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

- 多品種少量生産のものが大半で都度、工程組み換えがある（フレキシブルバッチ生産*1）であるため、製造設備の設計仕様を理解しておくことが重要。
- （粘度、光沢、透明性などの）品質確保のため高精度の温度管理が求められる工程が多い。
- 取り扱う原料の中に危険物、特定化学物質、その他さまざまな石油化学製品を含むので、安全、産業廃棄物処理、排水処理、公害などへの留意が必要。
- 製造品種変更のロット変更の都度、不純物が混入しないよう設備を温水などで洗浄している。
- 使用するエネルギーの多くが、空気調和設備に使用される。
- 充填、梱包、搬送、保管は自動化しているところが多い。
- 環境改善のためにも空調用熱源やフォークリフトなどの搬送装置の燃料はCO_2発生量の少ないものが望まれる。

*1 **フレキシブルバッチ生産**

☞ 用語解説 1)

ノート

エネルギー使用割合が高い生産用空調の高効率化を検討する必要があります。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
ワニス製造	配管・パッキン等からの蒸気漏れはないか	部分更新・機能付加	蒸気漏れの調査とパッキン等の交換	122231
	加熱炉の断熱壁面からの放熱はないか		局部的に高温の領域があれば断熱材を取り付け	250221
	冷却後の温排水を廃棄していないか		排熱回収装置	121231
	・蒸気に関するその他の対策　☞ 5.3.2 蒸気システム ・加熱炉に関するその他の対策　☞ 5.4.5 工業炉			
配合 錬肉 調整	洗浄用の水の温度を不必要に高く、もしくは、低くしていないか	運用改善	洗浄温度の設定と徹底の作業手順書	
	処理装置停止時に補機も停止しているか	運用改善	処理装置停止時に補機停止の作業手順書	
			処理装置停止時に補機停止のシーケンス設置	240111
	負荷に応じた電動機回転数の調整は行なっているか	部分更新・機能付加	インバータによる回転数制御	
	洗浄冷温排水を廃棄していないか	設備導入	排熱回収装置	
	・電動機に関するその他の対策　☞ 5.4.4-1 電動機			
運搬	運搬用等のフォークリフトの燃料転換はできないか	燃料転換	電動、プロパン燃料フォークリフト	
EMS	EMS 等を導入して見える化の実施、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311
電力	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511

ノート

インバータによる回転数制御は、品質調整や省エネルギーに効果的です。

参考図書

［1］『CO_2削減ポテンシャル診断ガイドライン　第１版』（環境省）
［2］印刷インキ工業連合会　ホームページ

用語解説

1）**フレキシブルバッチ生産**

多品種少量生産に対応するため、生産品種、ラインを容易に変更、組み換え可能にした設備による生産。通常、FMS（フレキシブル マニファクチャリング システム）といわれ、自動車、家電、食品等の多分野で適用されている。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.6　石油・石炭製品製造業

1．石油・石炭製品製造業のプロセスと CO_2 排出の概要

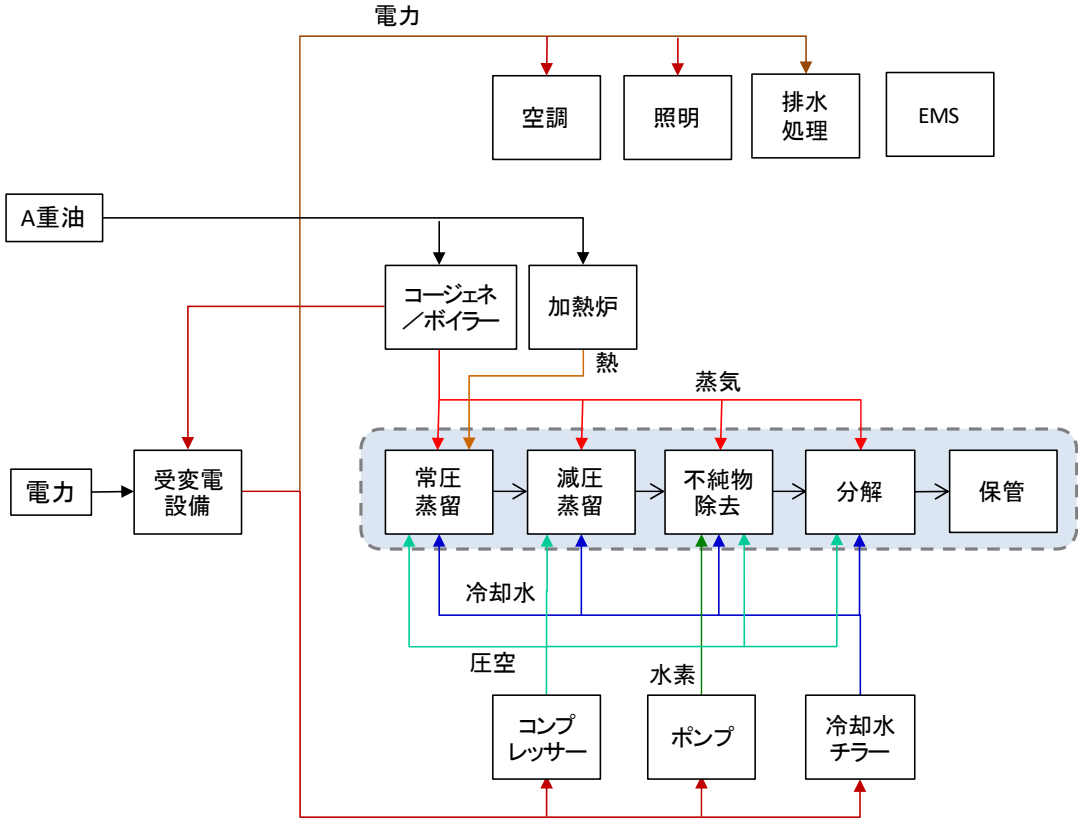


図 5.2.6-1　石油・石炭製品製造業の工程とエネルギーフローの例

図 5.2.6-1 に、石油製品製造業の一般的な工程とエネルギーフローの一例を示す。表 5.2.6-1 には、各工程の簡単な説明を掲げる。

表 5.2.6-1　石油・石炭製品製造業の一般的工程

No.	工程	内容
1	常圧蒸留	原油を常圧下（通常 0.05～0.1MPa 程度）で加熱（通常 300～360℃）し、沸点差を利用してガス、ガソリン、灯油、軽油、残油などの各留分に分類する工程
2	減圧蒸留	常圧蒸留によって生じた残留油中の高沸点留分を熱分解を生じない温度域で蒸留分別するために、蒸留塔内の圧力を減圧して蒸留する工程。この操作に関わる装置が減圧蒸留装置（通常バキュームユニット）
3	不純物除去	代表的なものとして水素化精製があり、触媒の存在下で、原料油に水素を加えて反応させ、硫黄などの不純物を除去する工程
4	分解	分解反応によって、高沸点の重質留分からより低沸点の軽質油を得る工程

ノート

個々の製造工程の特徴をよく理解することがよい診断につながります。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

石油製品製造業には、主に常圧／減圧蒸留、硫黄等の不純物除去、分解等の工程があり、各々に図 5.2.6-1 に示すユーティリティが設けられている。製造設備は基本的に屋外であり、空調設備はほとんど使用されない。安全監視の立場から、必要箇所に照明が設けられている。加熱炉やボイラー、コージェネに使用される燃料はほとんど A 重油である。

各設備の計装用に圧空が使用され、冷却水として多量の工業用水が使用（循環）されている。また、硫黄等の不純物除去用に水素が使用される。

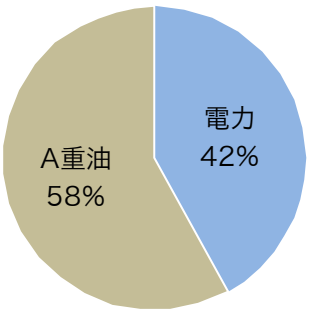


図 5.2.6-2
石油・石炭製品製造業に関する
エネルギー源別 CO_2 排出量構成例

図 5.2.6-2 は、石油製品製造工場でのエネルギー源の CO_2 排出割合の 1 例を示したものである。熱源の燃料として多量の A 重油が使用されている。

2．石油・石炭製品製造業に特有なエネルギーロスの例

●蒸気に関わるエネルギーロス

各工程に加熱部があり、蒸気が多量に使用される。蒸気等の熱媒の移送時の不完全な保温や蒸気排熱の回収が十分でないと、大きなエネルギーロスにつながる。

●照明に関わるエネルギーロス

設備の遠隔監視や非常時の安全確保のために、屋外照明が設置されているが、照明の不要な日中の点灯は電力ロスとなる。

●圧空に関わるエネルギーロス

主要設備の多くに計装用として圧空が使用されているが、必要以上に高い圧力設定により圧空漏れが増大する。

ノート
蒸気に関わる対策提案が効果的な省エネにつながります。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

●石油精製工程などは製造プロセスが確定しており、プロセス変更を要する対策は提案不可能。ユーティリティの使用状況の改善に関わる対策提案を行なうべき。

●可燃性ガス（水素を含む）や微粉炭は爆発濃度が広く、かつ爆発下限界が低いため、電気設備は防爆仕様で静電気対策を施す必要がある。防爆対策や静電気対策の困難な対策提案は避けること。

●計装用圧空は主要設備の制御弁等の駆動に使用されるため、圧空の湿度やミスト含有量に影響を与える対策提案は避ける方が良い。

ノート
製造プロセスや現場の状況をしっかり把握した上で、対策を提案しましょう。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
常圧蒸留	加熱炉の熱交換器の熱媒の温度や流量は適正か（操業当初と現状の比較）	運用改善	炎色（目視・UV 計*1）、熱交換器内の熱媒温度・流量を規定内にするように燃焼条件を調整	
	熱媒加熱用熱交換器の効率は低下していないか（熱媒の成分変化、燃料の品質変化はないか）		清掃し、必要あれば交換（汚染物質から原因探索。熱媒が変質していれば交換）	
	冷却水の成分や汚れ度の管理を実施しているか		汚れ度に応じた薬剤注入量の見直し、フィルター等の交換	
	加熱炉に関する対策　☞　5.4.5 工業炉			
	ボイラーに関する対策　☞　5.3.2 蒸気システム			
	コンプレッサーに関する対策　☞　5.3.4 圧空システム			
	冷却水に関する対策　☞　5.3.3 冷却水システム			
減圧蒸留	蒸気エジェクター*2配管に真空漏れはないか（音による漏れ確認は困難。圧力計等を活用）	部分更新・機能付加	漏れ箇所の補修（操業停止中にエジェクター配管の圧力変動を確認するように提案。変動が大きければ漏れあり）	
	冷却水の成分や汚れ度の管理を実施しているか	運用改善	汚れ度に応じた薬剤注入量の見直し、フィルター等の交換	
	ボイラーに関する対策　☞　5.3.2 蒸気システム			
	コンプレッサーに関する対策　☞　5.3.4 圧空システム			
	冷却水に関する対策　☞　5.3.3 冷却水システム			
不純物除去	コンプレッサーによる水素循環量は過剰でないか	運用改善	水素の戻り量を圧力で管理し、循環量の適正化を図る	141111
	冷却水の成分や汚れ度の管理を実施しているか		汚れ度に応じた薬剤注入量の見直し、フィルター等の交換	
	ボイラーに関する対策　☞　5.3.2 蒸気システム			
	コンプレッサーに関する対策　☞　5.3.4 圧空システム			
	冷却水に関する対策　☞　5.3.3 冷却水システム			

＊1 UV 計
試料水等に含まれる有機汚染物質の程度を紫外線(UV)の吸光度（光の吸収の度合い）として測定する装置

＊2 蒸気エジェクター
ポンプ等の電気・機械的駆動に頼らず、高圧蒸気などの力を利用して、高圧や真空状態をつくる装置

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
分解	熱回収装置（排熱ボイラー）の蒸気発生量は適切か（熱交換効率が低下すると蒸気発生量が減少）	部分更新・機能付加	熱交換器の清掃。劣化している場合は交換	
	冷却水の成分や汚れ度の管理を実施しているか	運用改善	汚れ度に応じた薬剤注入量の見直し、フィルター等の交換	
	ボイラーに関する対策 ☞ 5.3.2 蒸気システム			
	コンプレッサーに関する対策 ☞ 5.3.4 圧空システム			
	冷却水に関する対策 ☞ 5.3.3 冷却水システム			
コージェネ/ボイラー	残油や自家ガス等を蒸気タービン、コージェネによる自家発電に利用しているか	設備導入	高効率ガスコージェネレーションシステムの導入	300311
	ボイラーに関する対策 ☞ 5.3.2 蒸気システム			
EMS	EMS 等を導入した見える化の実施とロス把握と対策	設備導入	EMS の導入	320311
電力	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力低炭素化	電気事業者の変更	330511
	工場屋根に太陽光発電設備を設置できないか		太陽光発電設備の導入検討（夏季の空調負荷低減にも繋がる）	300511

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.7　プラスチック製品製造業

1．プラスチック製品製造業の工程と CO_2 排出の概要

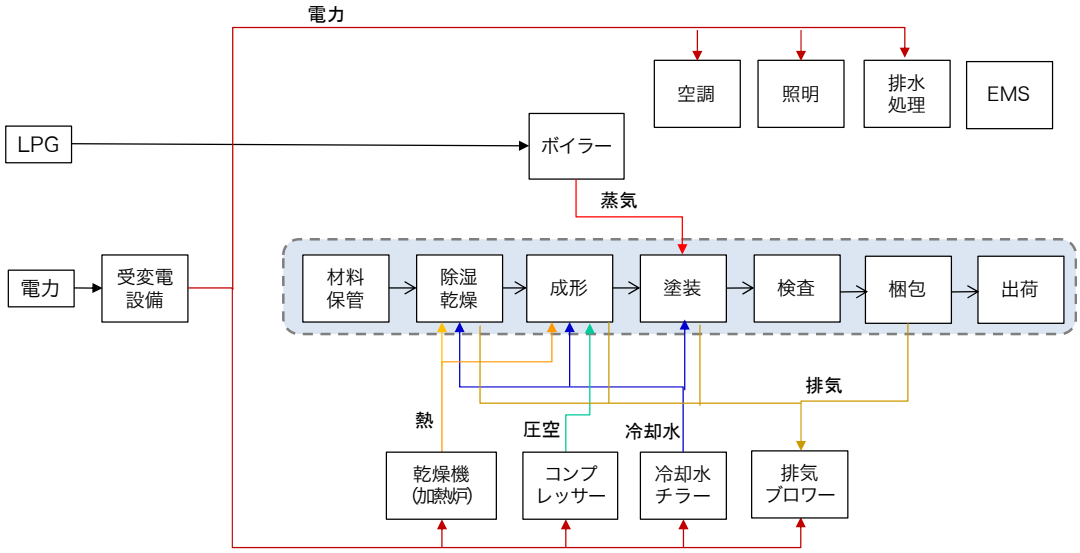


図 5.2.7-1　プラスチック製品製造業の工程とエネルギーフローの例

図 5.2.7-1 に、プラスチック製品製造の一般的工程と設備、エネルギーフローの例を示す。表 5.2.7-1 には工程の内容を示す。

表 5.2.7-1　プラスチック製品製造業の一般的工程

No.	工程	内容
1	除湿乾燥	樹脂に含まれる水分による成形品質低下（材料の加水分解による強度低下やボイドによる形状不良など）を防止する目的で実施する
2	成形	圧縮成形、射出成型他の各種成形法がある
3	塗装	成形品の外観アップ、表面硬度向上などを目的に実施。気温の変化やホコリ等の外部の環境によって品質が影響される
4	検査	ひびや割れ等の不良品排除
5	梱包	梱包工程では、粉塵が発生しやすく、防塵対策（発生個所のフード取付けや局所排気など）が必要

プラスチック製品製造業の一般的な工程は、材料の除湿乾燥、射出成形機等による成形、塗装（塗装の無い事業所もある）、梱包、出荷である。主要設備としては、樹脂乾燥機、成形機等が挙げられる。また、工場内の空調、照明の他、除湿乾燥工程や成形工程への熱源を供給する加熱器、成形機に圧空を供給するコンプレッサー、金型他を冷却する水冷チラー等が設置されている。さらに、塗装工程を有する事業所では、蒸気を供給するための蒸気ボイラーも備えられている。

ノート

個々の製造工程の特徴をよく理解することがよい診断につながります。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

図 5.2.7-2 は、塗装工程を持たない事業所の使用エネルギーによる CO_2 排出割合を示したものであり、エネルギーのほとんどが電力で賄われている事業所が多い（塗装工程を有する事業所では、都市ガスや LPG 等の燃料割合が数十％占める場合もある）。

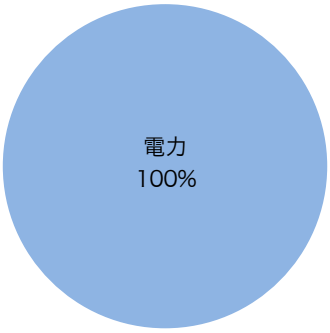


図 5.2.7-2
プラスチック製品製造業に関する
エネルギー別 CO_2 排出量構成例

ノート
成形機回りの対策提案は効果的な省エネに繋がります。

2．プラスチック製品製造業に特有なエネルギーロスの例

●成形機に関連したエネルギーロス

金型の加熱冷却、成形用の圧空などを大量に使用する成形機のエネルギー使用割合が高く、成形機回りの省エネ対策が有効である。

●待機電力によるエネルギーロス

24 時間連続で操業する事業所も多く、結果として待機電力が大きくなる傾向がある（運転停止中にも電源 ON 状態）。この待機電力によるエネルギーロスが予想外に大きくなる場合がある。

●発熱体による冷房負荷の増大

乾燥、成形、塗装等の発熱を有する工程が多く、結果として冷房負荷の増大を招く。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

●自動化設備が多く、作業者 1 名で複数の成形機の運転・管理を行なうケースが多い。したがって、計測機器の定期的チェックなどの、作業者を増やさないと対応できない対策案は、受診事業者に受け入れられにくい場合がある。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
材料保管	材料（樹脂）は湿度管理された場所に保管されているか	運用改善	過剰な湿度を与えないように保管	
	不要な待機電力をさらに削減できないか		社内基準の作成と管理徹底	
除湿乾燥	乾燥時間は長すぎないか	運用改善	社内基準の作成と時間管理の徹底	250151
	乾燥機の表面はしっかり断熱されているか(40℃でも冷房負荷となる)	部分更新・機能付加	局所的高温部があれば断熱材で保温（サーモグラフィ測定が有効）	250221
	排熱を回収し利活用しているか（温度管理域に放出していないか）		工業炉の排ガス熱回収と乾燥機の吸気予熱等への活用	250211
	乾燥機内の温度は適正か（機内の過加熱防止）		乾燥機内に温度センサー設置。ブロワーのインバータ制御など	240221
	乾燥機（加熱炉）に関する対策 ☞ 5.4.5 工業炉			
成形	成形機の電源投入のタイミングは適切か（人手不足を理由に生産開始前から投入していないか）	運用改善	必要以上の前倒し電源投入を避け、成形機や補機の待機電力を削減する	240111
	適切な保温状態か（保温により加熱部温度の異常上昇、設備の寿命低下を引き起こすので要注意）		断熱強化時は、問題が発生しないように投入電力の調整を実施すること	
	圧空の漏れはないか（成形機が増設された場合、空気配管の無駄や分岐が多くなり、漏れ増大に繋がる）		圧空配管の引き回しの見直し、漏れ箇所の対策	142111
	成形時の臭気除去のために過剰な排気をしていないか		排気量の適正化	
	金型の加熱・冷却温度は適正か（樹脂の種類により設定温度が変わる）		仕様書に基づいた温度管理の徹底	
	金型冷却用のチラーユニットはインバータ制御になっているか	部分更新・機能付加	バルブ等の使用からインバータ化による流量制御方式の更新	240222
	油圧ポンプ冷却用にクーリングタワーを使用している場合、凍結防止(冬季)に多量の循環水を流していないか		インバータ化による回転数制御、循環量の最適化	240222
	成形時の臭気除去のために過剰な排気をしていないか	設備導入	適正容量排気ファンの導入	240311
	成形機が旧型で動力ロスや加熱無駄が多くないか		最新型の高効率機への計画的更新	
	油圧式成形機を使用していないか（油圧式は非稼働時でも作動油が循環し、動力を損失）		油圧式成形機を電気式成形機に更新	

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
塗装	ボイラーに関する対策 ☞ 5.3.2 蒸気システム			
	水冷チラーに関する対策 ☞ 5.3.3 冷却水システム			
	排気ブロワーに関する対策 ☞ 5.4.4-3 ファン・ブロワー			
梱包	梱包工程等で粉塵が発生しやすい。防塵対策をしているか	部分更新・機能付加	粉塵の発生個所に局所排気装置の導入、フードによる飛散防止対策を実施	
	・集塵機に関する対策 ☞ 5.4.4-3 ファン・ブロワー			
EMS	EMS を導入して、見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311
電力	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511
	太陽光発電を導入できないか		屋根に太陽光パネルの設置（夏季の空調負荷低減効果もあり）	300511

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.8　ゴム製品製造業

1．ゴム製品製造業の工程と CO_2 排出の概要

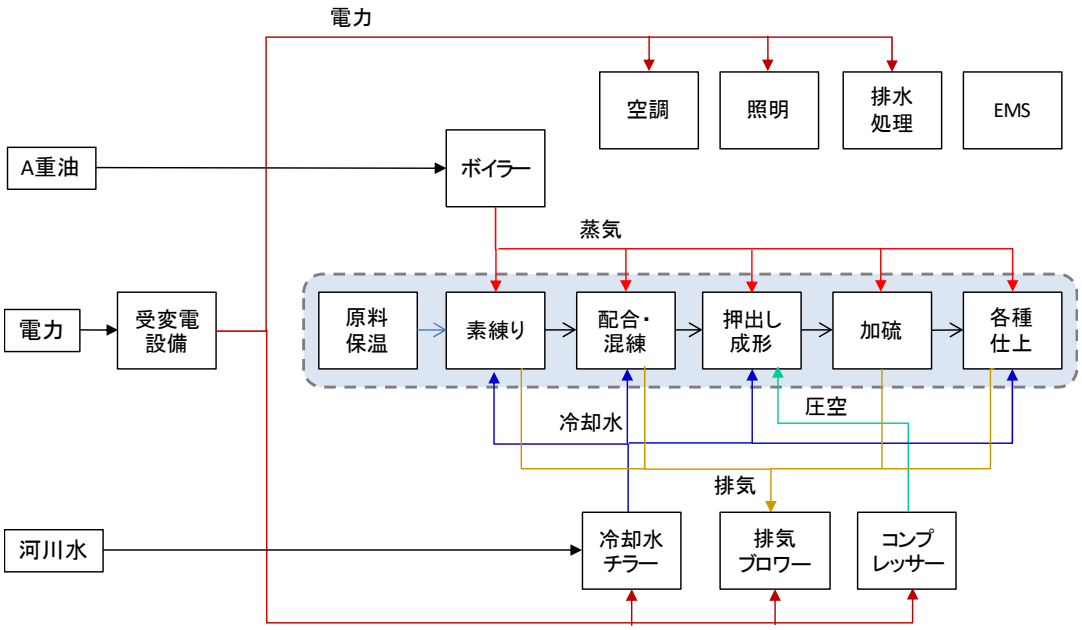


図 5.2.8-1　ゴム製品製造業の工程とエネルギーフローの例

ノート

個々の製造工程の特徴をよく理解することがよい診断につながります。

ゴム製品製造業の工程と各種エネルギーのフローの例を図 5.2.8-1 に示す。工程の説明は表 5.2.8-1 に示す。

加熱用熱源としては一般的にボイラーの蒸気が、また製造工程中のゴム素材の加工温度を厳重に管理するために多量の冷却水が使用される。配合工程などで種々薬品が多量に使用され、その排気のための局所ブロワーや、押出し成形用の圧空を製造するコンプレッサー等が設置されている。

表 5.2.8-1 ゴム製品製造業の工程

No.	工程	内容
1	素練り	生ゴムを素練り機械にかけて可塑性を増加させ、その後の工程を容易にする
2	配合・混練り	配合剤（加硫剤、加硫促進剤、軟化剤、老化防止剤、補強剤、着色剤など）を加え、混練りする
3	押出し成形	必要な形状に押出し成形する（ゴム製品の断面形状が決まる）
4	加硫	生ゴム等に硫黄を加えて加熱し、弾性限界を大きくする（柔らかくする）工程 円筒形耐圧缶の中で、直接加圧水蒸気で加熱される直接蒸気加硫、または二重加硫缶の中で間接的に加熱される熱空気加硫がある
5	各種仕上	追加工（切欠き、穴あけなど）、末端を金型で成形する金型成形、表面塗装・乾燥など、必要に応じた仕上加工

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

図 5.2.8-2 にゴム製品製造業における使用エネルギー源の CO_2 排出割合の一例を示す。ゴム加工を主要事業とする事業所では、使用エネルギー源は電力のみ（100%電力）の場合もあり、事業内容によってエネルギー源の割合は大幅に変化する。

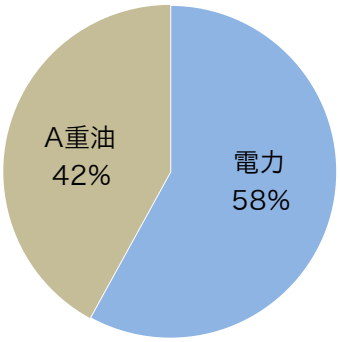


図 5.2.8-2
ゴム製品製造業に関する
エネルギー源別 CO_2 排出量構成例

2．ゴム製品製造業に特有なエネルギーロスの例

●加熱源に関わるエネルギーロス

工場内で広い温度範囲で加熱が実施されるため、熱を高温から低温にかけて順次有効利用（カスケード利用）しないと熱ロスが増大する。

●排熱ロス

工場内で加熱、冷却の工程があり、冷却排水の排熱を加熱工程に積極活用することでロス低減に繋がる。

ノート

各工程の排熱をしっかり回収して、効果的な省エネにつながります。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

●製品形状・材質の粘着や接着性能への影響を防ぐために、半製品の温度や加工温度を厳重に管理している。温度に影響を及ぼす可能性がある対策提案は、製品の品質上問題ないか確認する必要がある。

●受診事業者は種々薬品を多量に使用するため、労働安全衛生法、毒物及び劇物取締法、消防法等の化学物質の安全に関する法令や水質汚濁防止法、大気汚染防止法等の環境保全に関する法令等を遵守して事業活動を行なっており、これらに関連する対策案は受診事業者に問題の有無をしっかり確認すること。

●硬質ゴム（タイヤ・防振ゴムやコンベアベルト等）と軟質ゴム（手袋等）とでは原料が同じであっても製造工程がまったく異なるため、製造製品がどちらに属するのかを事前にしっかり確認すること。

ノート

製造条件に影響を与える対策は、受診事業者との事前相談のもとに提案しましょう。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策	対策番号
原料保温	原料を循環経路から抜取っている場合、循環量を減らせないか（原料供給しない場合停止できないか）	運用改善	適切な循環量にする（ただし、循環しながら加温・保温する場合は例外とする）	
	倉庫は断熱されているか（保温程度でも外気温との温度差により放熱ロスが大きい）	部分更新・機能付加	保温倉庫、配合ラインの外壁を断熱する	
	他工程の排熱を保温、予熱に流用できないか		混練り他の工程の排熱を保温や予熱に活用・検討	
素練り	蒸気に関する対策　☞　5.3.2 蒸気システム			
	冷却水に関する対策　☞　5.3.3 冷却水システム			
	排気ブロワーに関する対策　☞　5.4.4-3 ファン・ブロワー			
配合・混練	精練装置（ミキサー）の冷却水の温排水を回収しているか（冷却後の温度はかなり高い）	部分更新・機能付加	保温倉庫、配合等の工程での保温・予熱に活用	
	インターナル*1、その他部品で発生するドレンや高温蒸気を回収しているか		ドレンをボイラーの給水に利用、あるいはフラッシュ蒸気を回収して低圧蒸気として再利用	122241
	蒸気に関する対策　☞　5.3.2 蒸気システム			
	冷却水に関する対策　☞　5.3.3 冷却水システム			
	排気ブロワーに関する対策　☞　5.4.4-3 ファン・ブロワー			
押出し成形	成形温度が必要以上に高くないか（製品型番ごとに温度が設定されている）	運用改善	成形や接着力等に影響しない範囲で低温化（製品内の温度分布に注意が必要）	
	不要時、油圧源は停止しているか		不要時停止の作業基準の設定と確実な停止	240111
	圧空の漏れはないか（成形装置が増設された場合、空気配管の無駄や分岐が多くなり、漏れ増大につながる）		圧空配管の引き回しの見直し、漏れ箇所の対策	142111
	冷却水の流量は適切か		出口温度を把握して冷却水流量を適正化	111132
	カレンダーロール*2 の冷却水から排熱を回収しているか	部分更新・機能付加	保温倉庫、配合等の工程での保温・予熱に活用	
	蒸気に関する対策　☞　5.3.2 蒸気システム			
	冷却水に関する対策　☞　5.3.3 冷却水システム			
	圧空に関する対策　☞　5.3.4 圧空システム			

＊1 インターナル
膨らますための風船形状の部品のこと

＊2 カレンダーロール
2 本以上のロールの間に材料を入れて回転させ、材料を伸ばす機械のこと

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工程等	診断ポイント	対策種類	対策	対策番号
加硫	プラテンやジャケット*3 からの放熱は多くないか（高温設定温度に継続維持され、放熱ロスの原因となる）	部分更新・機能付加	高温箇所を確実に保温すること	250221
	蒸気に関する対策　☞　5.3.2 蒸気システム			
	排気ブロワーに関する対策　☞　5.4.4-3 ファン・ブロワー			
各種仕上	蒸気に関する対策　☞　5.3.2 蒸気システム			
	冷却水に関する対策　☞　5.3.3 冷却水システム			
	排気ブロワーに関する対策　☞　5.4.4-3 ファン・ブロワー			
排水処理	製品から溶出した原料成分の濃度ばらつきを加味した運転条件が設定されているか	運用改善	濃度レベルによる条件設定（受診事業者との事前打ち合わせが必要）	270111
	排水処理に関する対策　☞　5.4.7 排水処理設備			
EMS	EMS を導入して見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311
電力	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511
	屋根に太陽光パネルを設置できないか		太陽光パネルの設置（夏季の空調負荷低減にもつながる）	300511

*3 **プラテン、ジャケット**
金型を加熱する盤。ジャケットは熱盤のこと

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.9　窯業・土石製品製造業

1．窯業・土石製品製造業の工程と CO_2 排出の概要

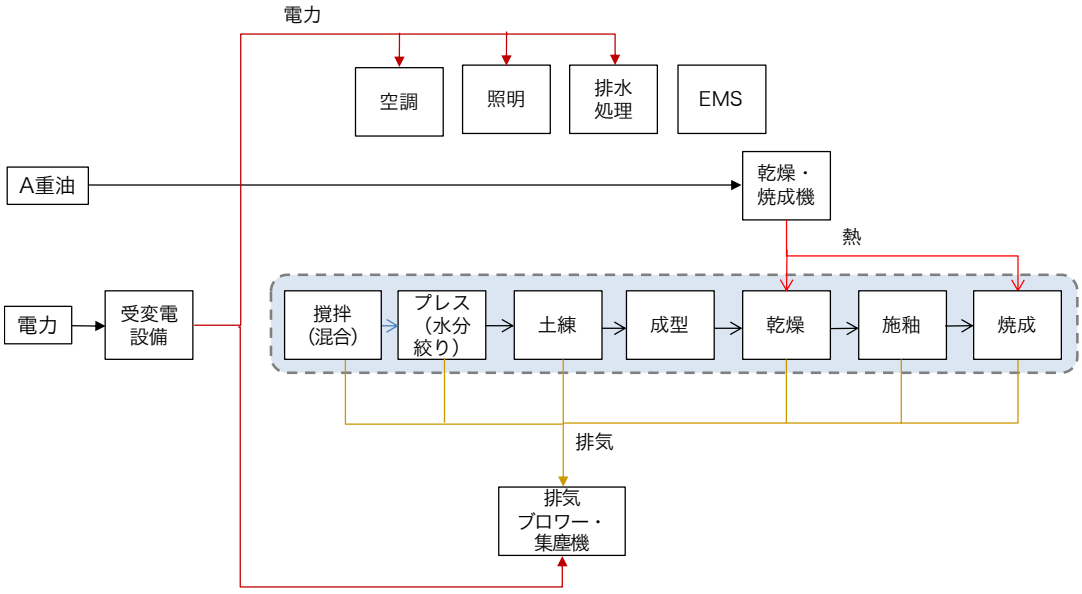


図 5.2.9-1 陶磁器製造業の工程とエネルギーフローの例

窯業・土石製品製造業の中でも中小企業が比較的多い陶磁器製造業に関し、図 5.2.9-1 に工程と関連するエネルギーフローの例を示す。代表的な工程の内容を表 5.2.9-1 に示す。

ノート
個々の製造工程の特徴をよく理解することがよい診断につながります。

表 5.2.9-1　陶磁器製造業の一般的工程

No.	工程	内容
1	撹拌（混合）	材料を粉砕・撹拌し、泥を作成（衝撃粉砕のために攪拌機内部にアルミナ製ボールを混入）
2	プレス	撹拌した泥に圧力をかけて水分を絞り出す
3	土練	成型にかけるために土を練る（圧縮して土を密にする）
4	成型	プレスして製品形状を作る（あるいは、型に鏝（コテ）をあてて成形
5	乾燥	土に含まれている水分（20%程度）を取り除く
6	施釉*1	釉薬（うわ薬）を塗る
7	焼成	高温で焼き固める

＊1 施釉
釉薬を陶器等の表面に塗ること

各工程に関わるエネルギーとしては、撹拌（混合）やプレス、土練、成型等に使用される電動機への電力、プレスや成型に供給される油圧、各工程で発生する発塵物を除去する集塵・排気用電力などが主なものである。また、乾燥や焼成では A 重油が燃料として使用されることが多い。

陶磁器製造業で使用されるエネルギー種は電力、乾燥・焼成用燃料としての A 重油が主なものであり、その使用割合は各事業所の業務内容によって異なる。図 5.2.9-2 に陶磁器製造業の CO_2 排出量構成の一例を示す。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

2．窯業・土石製品製造業に特有なエネルギーロスの例

●バッチ処理にともなうエネルギーロス

　バッチ処理プロセスが主であり、生産を集中的に実施しないと、乾燥炉や焼成炉での熱ロスが過大となる。

●排気・集塵に関連するエネルギーロス

　粉塵が発生しやすい工程が多く、排気や集塵に使用されるファン等の流量や運転時間を適正化しないとロスが大きくなる。

●焼成炉等の断熱不良にともなうエネルギーロス

　乾燥炉や焼成炉の断熱不良にともなう放熱ロスが大きく、燃料の無駄となる可能性がある。ただし断熱補強の際は、炉温度の上昇特性変化がプロセスに与える障害、あるいは補機等の寿命低下などへの配慮が重要。

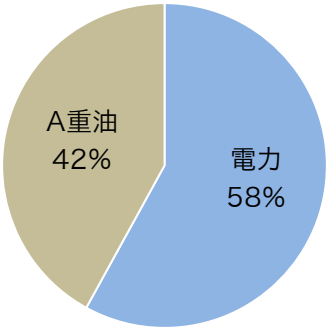


図 5.2.9-2
陶磁器製造業に関する
エネルギー別 CO_2 排出量構成の例

ノート

乾燥炉や焼成炉の省エネに関しては、5.4.5 工業炉を参考にしましょう。

ノート

集塵機や排気ブロワーの目詰まりには注意しましょう。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

●現場には、粉塵が発生しやすい設備や振動の大きい設備が多く、新たな設備・機器の導入に際しては、防塵性や耐振性を考慮する必要がある。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
撹拌（混合）	撹拌（混合）機や粗粉砕機が処理対象物の有無に関係なく、常時運転されていないか	運用改善	センサー等を設置し、処理対象物が無い時は停止する（インバータ（防塵仕様）による回転数制御も効果大）	
プレス（水分絞り）	油圧源が不要時に稼動していないか	運用改善	起動、停止の管理を徹底	240111
成型	油圧源が不要時に稼動していないか	運用改善	起動、停止の管理を徹底	240111
乾燥	バッチ処理が主で乾燥、焼成での熱ロス等が大きくないか	運用改善	原料搬入や製造作業を集約し、特に焼成、乾燥工程での加熱の無駄を削減	250131 250151
焼成	バッチ処理による乾燥、焼成での熱ロス等が大きくないか	運用改善	原料搬入や製造作業を集約し、特に焼成、乾燥工程での加熱の無駄を削減	250131 250151
排気ブロワー・集塵機	撹拌、土練、乾燥、焼成等での排気ファンや集塵機の風量や運転時間は適正か	部分更新・機能付加	製品ごとの焼成・乾燥条件（炉温度、時間）を確認・確定するとともに、ファン・ブロワー等の運転台数制御やインバータ制御を実施。	240221
	☞ 5.4.4-3 ファン・ブロワー			
空調	空調機を使用している場合、室外機、室内機を定期的に清掃しているか	運用改善	室外機の熱交換器や室内機のフィルター等の定期的清掃	112111
	☞ 5.3.1 空調システム			
照明	粉塵を発生する設備が多く、照明設備が汚れていないか	運用改善	照明を定期的に清掃	
	不要時に照明を消しているか（現場はバッチ処理が多く、作業者が不在になりやすい）	部分更新・機能付加	照明制御装置（人感センサー）の追加入や運用管理の徹底	210221
	☞ 5.4.1 照明設備			

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
電力	CO_2削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力 低炭素化	電気事業者の変更	330511
	工場屋根に太陽光発電設備を設置できないか	電力 低炭素化	太陽光パネルの設置（夏季の空調負荷低減にもつながる）	300511
EMS	EMS を導入して見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.10　金属素材製造業

1．金属素材製造業の工程と CO_2 排出の概要

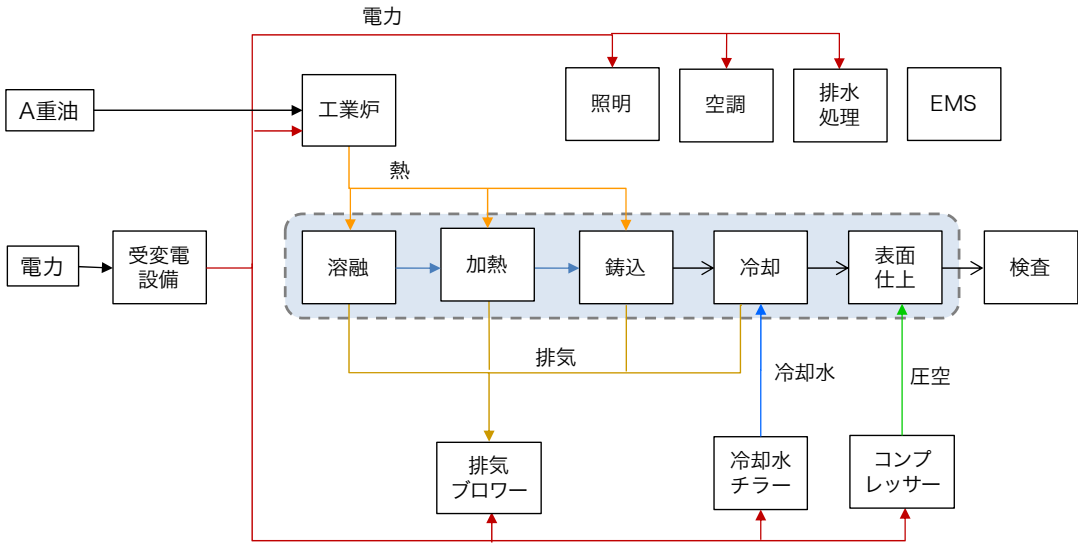


図 5.2.10-1　金属素材製造業の工程とエネルギーフローの例

金属製品製造業の中でも、特に中小企業の割合が多い鋳造製品製造業に関しの工程とエネルギーフローの例を図 5.2.10-1 に示す。表 5.2.10-1 には工程の内容を示す。

溶融工程に使用される溶解炉の熱源には電力や燃料が使用され、事業者の業態によってその使用状況は異なる。

表 5.2.10-1　金属素材製造業の一般的工程

No.	工程	内容
1	溶融	屑鉄等を溶解炉にて溶融。燃料を熱源とする燃焼炉、電気を熱源とする電気炉がある
2	鋳込	溶融金属を鋳型に注入して成型
3	冷却	鋳込んだ金属を冷却水等で常温まで冷やす
4	表面仕上	鋳型から取り外した鋳物表面の仕上げ加工
5	検査	巣、欠け等の検品

ノート

個々の製造工程の特徴をよく理解することがよい診断につながります。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

図 5.2.10-2 は鋳造製品製造業のエネルギー源に起因した CO_2 排出量割合を示したものである。使用エネルギーの種類や割合は、上記のように事業内容によって異なり、さまざまである（電力 100%から燃料 100%まで広範囲にわたる）。

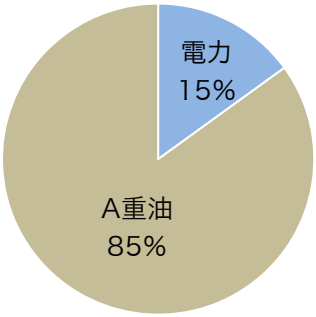


図 5.2.10-2
鋳造製品製造業に関する
エネルギー源の CO_2 排出量構成の例

２．金属素材製造業に特有なエネルギーロスの例

●溶融、加熱工程のエネルギーロス

溶融、加熱工程では多量の熱を使用するため、効率的な熱供給と放熱ロスの低減が重要となる。また、溶融・加熱工程や冷却工程間の熱の融通もエネルギーロス低減に効果的である。

ノート

溶融・加熱工程と冷却工程間の熱融通も効果的な省エネになります。

●多品種少量生産に伴うエネルギーロス

多品種少量生産と短納期の要求に応えるために、生産品種切り替え頻度が多い。生産中断時の不要な設備の稼動が大きなエネルギーロスを生じる。

ノート

品種の切り替えに伴う生産の中断時に、エネルギーの無駄が多く発生します。

３．対策候補選定時に考慮すべき事項

●材料の相変化をともなう溶融工程等でのエネルギー使用比率が高いため、これらの工程における省エネ提案が有効である。

●溶解炉等は一度導入すると数十年は使用する設備である。その更新は、少量多品種ニーズへのシフト、品質管理の重要性の増加、従業員確保の困難性増加、温暖化対策の重要度増加（工場周辺や作業環境への対応など）、エネルギーコスト高など事業を取り巻く中長期的な状況に影響され、省エネの観点のみでは決定されにくいことに留意のこと。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
溶融	炉外壁の温度は高くないか（壁面温度分布をサーモグラフィで観察）	部分更新・機能付加	高温部の断熱補強（断熱材の耐熱温度、断熱補強による炉温度の上昇、補機類の寿命低下などに注意。事前試験を行ないながら進める）	250221
	溶湯*1 からの放射熱は大きくないか（溶湯温度は千℃以上になる事が多い）		断熱カバーの設置（原料投入に支障がないこと）	250221
	るつぼ型溶解炉等の炉上部からの排熱は回収されているか		回収策の検討（回収対策導入に際しては、作業に支障しないこと）	250211
	炉は旧式でないか（例えば 40 年以上経過）	設備導入	最新の自動制御型溶解炉への更新を検討	
	溶解炉に関するその他の対策　☞　5.4.5 工業炉			
	排気ブロワーに関するその他の対策　☞　5.4.4-3 ファン・ブロワー			
加熱	誘導加熱炉*2、冷却水循環ポンプは炉の停止期間中も運転されていないか	運用改善	運転基準の策定と不要時の運転停止の確実な実施	240111
	保持炉*3 の TDR*4 不適性で点火消火を繰り返していないか		バーナーの TDR を適正化し、排気損失の低減を図る	
	保持炉の溶湯レベルが低すぎ、排気漏れ、燃焼無駄を生じていないか		溶湯レベルの適正化で損失低減	
	生産内容に適した周波数の誘導炉を使用しているか	設備導入	生産する合金組成と原料組成の組み合わせに最適な周波数の炉の導入検討	
	加熱炉に関するその他の対策　☞　5.4.5 工業炉			
	排気ブロワーに関するその他の対策　☞　5.4.4-3 ファン・ブロワー			
鋳込	鋳造器による鋳込み後に冷却した熱は回収しているか	部分更新・機能付加	冷却水等で回収した熱を原料や燃焼空気の予熱に活用	
	ヒューム*5 ブロワーが不要時に運転していないか	運用改善	管理基準の設定、不要時停止の確実な実施	240111
	集塵機、排気ブロワーに関するその他の対策　☞　5.4.4-3 ファン・ブロワー			

＊1 **溶湯**
溶融した液状の高温金属

＊2 **誘導加熱炉**
☞用語解説 1）

＊3 **保持炉**
鋳造されるまで溶湯加熱・温度保持する炉

＊4 **TDR（ターンダウン比）**
バーナーの定格ガス流量と制御可能な最少ガス流量の比

＊5 **ヒューム**
☞用語解説 2）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
冷却	冷却温排水をそのまま捨てていないか（低温排熱の活用）	運用改善	温度と水量を確認して例えば給湯用に使用	
	冷却水に関するその他の対策 ☞ 5.3.3 冷却水システム			
表面仕上	ショットブラスト装置のモーターは旧型でないか	設備導入	高効率モーターへの更新	240321
	集塵機に関するその他の対策 ☞ 5.4.4-3 ファン・ブロワー			
	圧空に関するその他の対策 ☞ 5.3.4 圧空システム			
電力	CO_2 排出削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511
EMS	EMS を導入して見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311

用語解説

1）誘導加熱炉

誘導加熱炉は高周波、中周波、低周波で区分されている。高周波誘導炉は組成が均一な金属を短時間で溶解でき、電力使用量が少ないが合金組成の調整には長時間を要する。低周波誘導炉は電力使用量は大きいものの、組成が異なる複数の金属を溶解して合金組成を調整することができる。

2）ヒューム

ヒュームとは、固体物質の蒸気が凝固した粒子や気体が化学反応で固体化した粒子などが空気中に浮遊したもの。アルミニウム合金やマグネシウム合金は低融点で蒸発しやすいため、ヒュームの発生量が多い。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.11　金属製品製造業

1．金属製品製造業のプロセスと CO_2 排出の概要

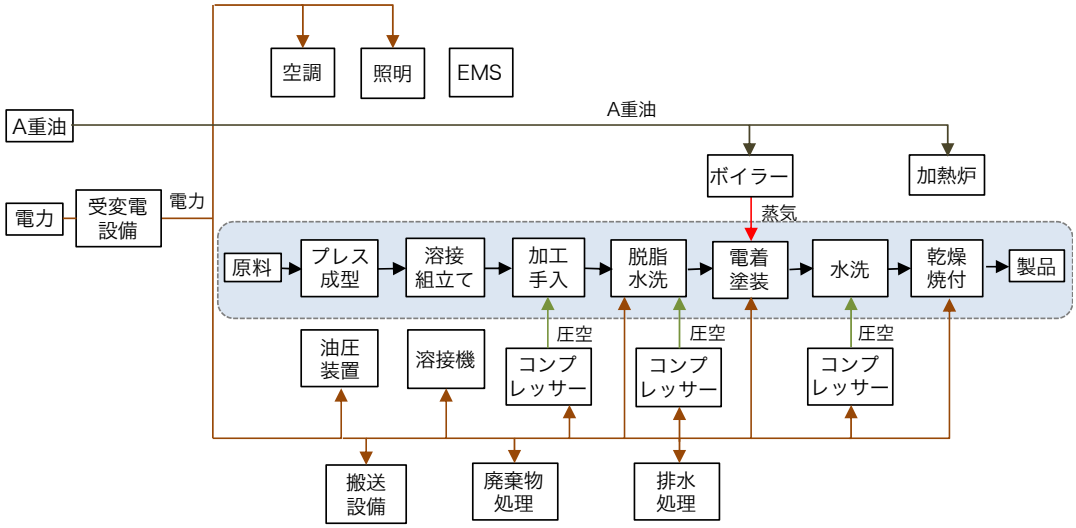


図 5.2.11-1　プレス製品製造の工程とエネルギーフローの例

金属製品製造設備とは、鉄鋼や非鉄金属などの金属精錬製品を原材料として仕入れて、金属部品や最終製品に加工していくものであり、販売先であるユーザー企業（自動車や建設、住宅メーカ等の大規模企業）のニーズにあった製品を製造する受注生産型が多い。

金属製品製造業は、産業分類、中分類「24」で、小分類で種々の製造業が位置付けられているが、出荷額上位 10 品目は、以下の通りである。

ここでは、金属プレス製品製造業を事例として取り上げる。

表 5.2.11-1　金属製品製造業　出荷額上位 10 品目

No.	品目	出荷割合 %	事業所数
1	建設用金属製品（鉄骨を除く）	9.3	2,334
2	金属プレス製品（アルミニウム・同合金を除く）	8.8	2,777
3	製缶板金業	7.6	4,429
4	建築用金属製品（サッシ、ドアー、建築用金物を除く）	6.9	1,537
5	鉄骨	6.9	2,039
6	ボルト、ナット、リベット、小ねじ、木ねじ等	6.7	1,417
7	ガス機器、石油機器	5.9	346
8	金属性サッシ、ドアー	5.8	1,158
9	鉄骨系プレハブ住宅	4.2	187
10	他に分類されない金属製品	3.9	1,033

出所：2017 経済産業省「工業統計調査」

ノート

従業員 10 人未満の事業所が全体の 7 割を超える、中小零細企業が多い業界です。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

今回取り上げるのは、自動車用シャーシを製造する事例であり、これは建設用においても類似している。代表的な工程は金属精錬製品をプレス成型して、溶接、加工を経て電着塗装等を行なうものであるが、製品の種類によって工程の内容は異なる。プレス製品製造の工程とエネルギーフローの一例を図 5.2.11-1 に示す。各工程の内容は表 5.2.11-2 を参照されたい。

表 5.2.11-2 自動車用シャーシ製造工程

大工程	工程	内容
金属加工	プレス成型	各種鋼板をプレス成型
	溶接・組立	ロボット等により溶接、形状のできたパーツの組み立て
	加工・手入	バリ除去、リベッタ・レンチなどによる金属部品締結
電着塗装（前処理）	脱脂	プレス油、防錆油の湯洗・アルカリ脱脂剤等による脱脂
	水洗	脱脂剤の除去
	表面調整	リン酸塩処理のための下地調整、結晶の足場形成
	化成	リン酸塩処理で鋼板表面に緻密な被膜結晶の形成を行なう
	水洗	後工程への Na イオン持ち込み防止のための水洗
電着工程	電着	仕上性、膜厚均一性確保のため数回通電塗装
	水洗	鋼材に付着した塗料を回収する水洗システム
	乾燥・焼付	160～170℃で塗料を焼き付ける

ノート

使用台数の多いエア機器、油圧機器の高効率化が重要です。

2．発生するエネルギーロスの例

- 生産工程では蒸気や圧縮空気を多く使用しており、漏洩対策の徹底やボイラー・コンプレッサーの高効率化が必要。
- 生産品種の切替えに伴う生産中断時の（ポンプ、コンプレッサー、油圧装置等の）補機待機運転時の電力ロス。
- 作業員不在の時間、場所での空調、照明による電力ロス。

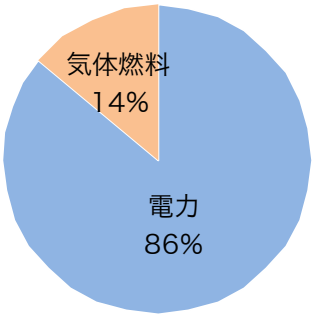


図 5.2.11-2
金属製品製造（金属プレス製品）業の
典型的なエネルギー源別 CO_2 排出量構成例

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

- 使用エネルギーのほとんどが電力である。
- エネルギー使用量の多い、乾燥・焼付工程での省エネが重要である。
- 設備のメンテナンスと重量物の搬送には天井クレーンを使用しており、天井が高い。
- 圧縮空気を多用しているので、工具類は電動への変更の検討が必要。
- 排水処理装置は、運転監視がおろそかになりがちである。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
プレス成型	間欠的なプレス操作に対し、油圧ポンプが連続運転していないか	部分更新・機能付加	プレス操作と連動させるシーケンス作成	
	油圧動作がない時も油圧ポンプが運転していないか		油圧配管系統にアキュムレーターを設置	
			インバータで回転数を制御する	240222
加工・手入	手待ち時間も装置は運転していないか	運用改善	手待ち時間は運転を休止	240111
	リベッタ、レンチなどに用いている圧空システムの電力量、メンテ費用はかなり大きくないか	燃料転換	電動（リベッタ・レンチ）への変更	
電着・塗装	電極間隔は適切か	運用改善	電圧の推移から判断して異常があれば修正	
	電極は劣化していないか		劣化していれば交換	
乾燥・焼付	乾燥炉に関する対策　☞　5.4.5　工業炉			
排水処理	操業停止中も運転していないか	運用改善	操業停止中は、運転を停止	270111
	ポンプの稼働は適切か（水位を検出できず空転していないか）		水位計の手入れ	
		部分更新・機能付加	水位計の方式変更	
	ポンプに関するその他の対策　☞　5.4.4-2　ポンプ			
搬送設備	フォークリフトの燃料転換はできないか	燃料転換	気体燃料、蓄電池　フォークリフトの採用	
EMS	EMS を導入して見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311
電力	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511

ノート

インバータの導入は、費用対効果の大きいものを提案しましょう。

ノート

エアー工具の電動化は、総合的にメリットが大きいことが多いです。

参考図書

［1］『CO_2 削減ポテンシャル診断ガイドライン　第 1 版』（環境省）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.12　機械器具製造・印刷関連業

1．機械器具製造・印刷関連業のプロセスと CO_2 排出の概要

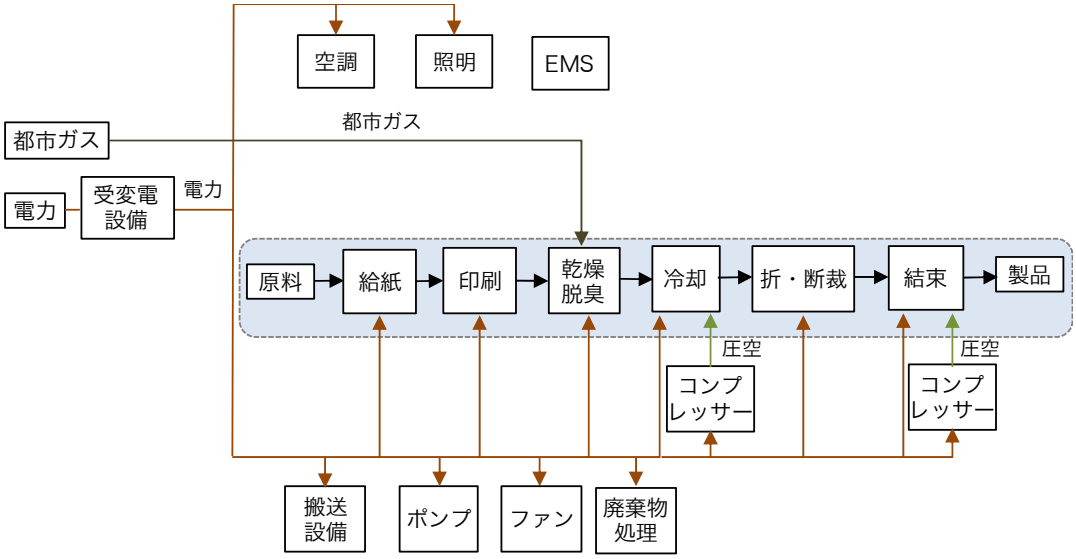


図 5.2.12-1 オフセット輪転印刷の工程とエネルギーフローの例

機械器具製造業の主な製品としては、事務用機械器具、サービス・娯楽用、計量機、測定器、分析機器・試験機、測量、医療、レンズ等光学器具であり、比較的小型の器具である。

印刷業とは、オフセット、平版、凸版・活版、凹版・グラビア、孔版さらにはデジタル印刷機といった技術を活用して印刷を行なう産業である。

ここでは、同一業種のみで事業所 10,926 カ所、従業員 247,047 人（2010 年「工業統計表」従業員 4 人以上の事業所、全企業数 30,000 社）を保有し、エネルギー使用量の多い、印刷業を事例として取り上げる。業界としては、4～9 人の従業員を抱える事業所が全体の過半数を占めて、下請構造が形成されている。

印刷機は、用紙に 1 枚ずつ刷っていく平版印刷機であるオフセット枚葉機から、その 10 倍以上の能力を有し、巻取機に連続して印刷していくオフセット輪転機まである。近年、印刷工業と印刷物の両面でエレクトロニクス化が進展している。色調の処理、レイアウト画像の合成、写真製版などのコンピュータやレーザーが活用され、情報を高速処理するスキャナー、製版システムが拡充してきている。写真植字から PC、DTP（机上型電子編集システム）や ICT を活用した伝送などトータルシステム化が進み、産業用デジタル印刷機が台頭している。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

オフセット輪転印刷機は高い生産性から雑誌、カタログ、チラシ広告分野の印刷に多用され１分間に 800～1,000 枚を印刷する能力がある。オフセット輪転印刷の工程とエネルギーフローの例を図 5.2.12-1 に示す。各工程の内容については表 5.2.12-1 を参照されたい。

表 5.2.12-1 輪転印刷機による印刷工程

No.	工程	内容
1	給紙	コイル状の紙（例：直径 1m、重量 1Ton）連続供給、自動紙継
2	印刷	墨、藍(シアン)、紅(マゼンタ)、黄(イエロー)4 色ですべての色を表現印刷
3	乾燥・脱臭	紙に付いたインキ中の溶剤を熱風 200℃、紙面温度 100℃程度で乾燥させた後、700～800℃の高温で溶剤（VOC:揮発性有機化合物）を直接燃焼もしくは触媒で脱臭
4	折・裁断	折り畳みながら裁断、新聞で 25 部/秒
5	結束	結束機でバンドを使用して結束し、必要に応じて保護フィルムで梱包

2．発生するエネルギーロスの例

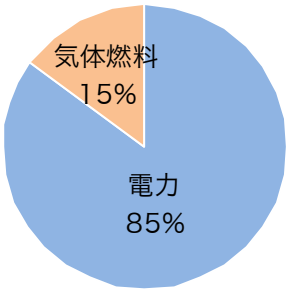


図 5.2.12-2
印刷業のエネルギー源別
CO_2 排出量構成例

- オフセット輪転印刷では都市ガスなどを燃料として使用する乾燥（ドライヤー）装置にてインキ中の溶剤成分を蒸発・乾燥・脱臭させる工程があり、相当量の CO_2 が排出される。
- 乾燥・脱臭装置からの排熱回収未実施による熱ロス
- 乾燥・脱臭装置壁面からの放熱ロス
- 排気ダクトの目詰まりによる圧損、電力ロス
- 印刷ロール、冷却ロールからの排熱
- 印刷機用の補機の待機運転による電力ロス
- ポンプ、ブロワーなど回転機械のバルブ、ダンパーによる流量調整に伴なう電力ロス
- 非稼働印刷機周辺など作業員が不在の時間、場所での空調・照明による電力ロス
- 複数印刷機のランダム立ち上げによるピーク電流発生

ノート
乾燥、脱臭工程は省エネルギーのポイントです。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

- エネルギー使用量の多い、乾燥・脱臭工程での省エネが重要である。
  脱臭装置に加え、排気の排熱回収装置を設置しているかの確認が必要。
- 印刷、乾燥・脱臭工程以外では給紙、冷却、折・断裁、結束などの回転機械が多い。
- ロット切り替えに伴なう生産中断時に不要な設備の稼働を抑えることが重要である。

ノート
品種ごとの製造管理基準（マニュアル）の整備が大切です。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

●乾燥温度は品質に係るので温度設定はロットごとに行なっているが、高めに設定していないか確認の必要がある。
●フォークリフトは、工場建屋内で運転することが多いので、作業環境改善のために CO_2 発生量の少ない燃料に転換することが望ましい。
●製本設備を併設、保有している工場も多いが、製本設備の多くはエアー駆動であり、配管のレイアウトや流量調整の方法が妥当であるか、またコンプレッサーの効率確認が必要。

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
印刷	印刷機停止中に補機は運転していないか	運用改善	印刷機停止中は補機運転を休止	240111
	印刷機の同時起動をしていないか ランダム起動によりピーク電流が高くなっていないか	運用改善	段階的な起動、印刷スケジュール計画書の作成と順守	
		部分更新・機能付加	デマンド制御の導入	220231
	印刷機用ポンプ、ファンの流量調整をバルブで行なっていないか	部分更新・機能付加	ポンプ・ファンのインバータ制御	240222 240221
	ポンプに関するその他の対策	☞ 5.4.4-2 ポンプ		
	ファン・ブロワーに関するその他の対策	☞ 5.4.4-3 ファン・ブロワー		
乾燥 脱臭	必要のない準備が待機運転していないか（昇温時間と炉内温度が安定するまでの時間を把握しているか）	運用改善	昇温時間を計算して休止できるときは休止する	
	排気ダクトフィルターの目詰りはないか		フィルターの清掃、交換	112111
	品種毎の温度設定をしているか	運用改善	基準設定	
		部分更新・機能付加	コントローラーでの品種ごとの温度指令	
	炉壁温度が高くないか	部分更新・機能付加	高温領域に断熱材取り付け	250221
	乾燥・脱臭装置からの排ガスは、そのまま排出していないか	設備導入	排気ファン出口に排熱回収用の熱交換器設置	

ノート
工場内コイル輸送にフォークリフトが多用されるので、省エネ・排ガスレス型を勧めます。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	工程等
搬送設備	給紙用コイル運搬用等のフォークリフトの燃料転換はできないか	燃料転換	電動、プロパン燃料フォークリフトの採用	
EMS	EMS を導入して見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311
電力	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511

参考資料

［1］『CO_2削減ポテンシャル診断ガイドライン　第１版』（環境省）

［2］『印刷業の省エネルギー対策』（社団法人　日本印刷産業連合会）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.13　電子部品・機器製造業

1．電子部品・機器製造業の工程と CO_2 排出の概要

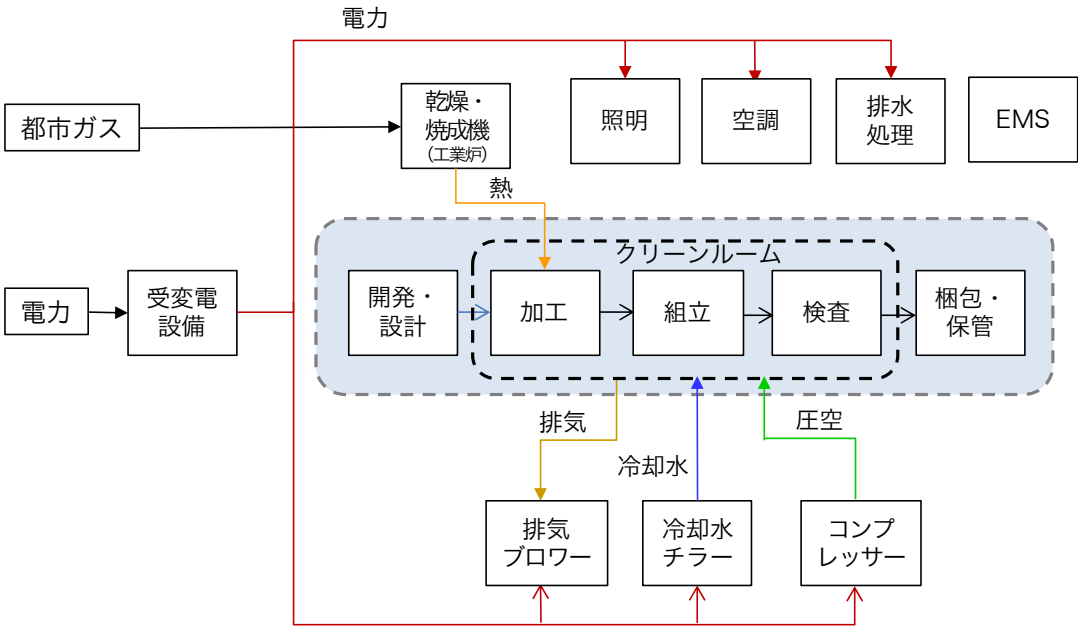


図 5.2.13-1 電子部品・機器製造業の工程とエネルギーフローの例

図 5.2.13-1 に、電子部品・機器製造業における工程とそれに関わるエネルギーフローの一例を示す。業態によってはクリーンルームを必要としない場合もある。

工程の概要を表 5.2.13-1 に示す。電子部品・機器製造業では、工程の段階で微細・精密作業が多く、作業現場の清浄性が要求される。必要に応じたクリーン度のクリーンルームが使用される場合が多い。

ノート

個々の製造工程の特徴をよく理解することがよい診断につながります。

表 5.2.13-1　電子部品・機器製造業の一般的工程

No.	工程	内容
1	開発・設計	電子・電気部品等の設計業務。空調、照明、多少の電力を使用
2	加工	エッチング・成膜装置、微細・精密加工機、乾燥機等による加工、製造。必要に応じてクリーンルーム内作業となる
3	組立	各種装置を使用した組立作業。必要に応じてクリーンルーム内作業となる
4	検査	性能確認、検査作業。クリーンルーム内作業になる場合あり
5	梱包・保管	保管に関しては温湿度管理を必要とする場合あり

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

図 5.2.13-2 に電子部品・機器製造業のエネルギー源の CO_2 排出構成の例を示す。この例では、乾燥炉に都市ガスを使用しているため、都市ガス 5%、その他が電力となっている。一般的に、電子部品・機器製造業では、電力の使用割合が非常に大きい。

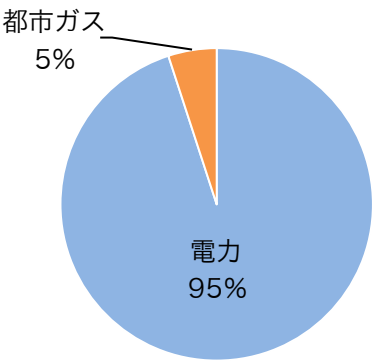


図 5.2.13-2
電子部品・機器製造業に関する
エネルギー源別 CO_2 排出量構成例

2．電子部品・機器製造業に特有なエネルギーロスの例

●クリーンルームの空調に伴なうエネルギーロス

クリーンルームを有する事業所の場合、クリーンルームを陽圧に維持する必要があり、外気導入量が増加する傾向にある。また、冷却水、冷水、空調等への使用エネルギーが大きく、この分野の無駄も大きなロスとなる。

●多品種生産のため、生産設備の待機電力が大きい場合が多い。待機時の炉温度設定条件、真空ポンプ等の周辺機器の稼働状態など、適正に運用管理しないと大きなロスにつながる。

ノート

クリーンルームは、環境維持に多大なエネルギーを消費するため、省エネ対策の重要対象です。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

●工場が 24 時間連続で稼動する場合が多く、対策機器の導入に伴なう工事の実施可否・タイミング等の導入容易性等を、受診事業者に確認し把握する必要がある。

●クリーンルームの清浄度は受診事業者の生産業務に必要不可欠の場合が多い。よって、クリーンルームに関わる対策提案を行なう際は、受診事業者への確認・相談を確実に実施するとともに、可能であれば予備実験等を行ない、必要なクリーン度の確保に留意すること。

ノート

連続稼動の事業所が多く、対策を導入しづらい場合があります。事業者側に事前にしっかり確認しましょう。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
空調	クラスの異なるクリーンルーム間の差圧が大き過ぎないか（外気導入量が増える）	運用改善	差圧の適正化による外気導入量の削減（実施時にはクリーン度の確認が必要）	
	クリーンルームの吹き出し速度が大きすぎないか		循環風量の適正化（実施時にはクリーン度の確認が必要）	
	事務所棟などの空調設定温度、時間は管理されているか		運用管理の徹底と確実な実施	113161
	中間期（外気エンタルピーが屋内より低い時）に空調を使用していないか		外気導入による自然換気の実施（外気の粉塵対策要）	
	生産設備の排熱が拡散し、室内の空調負荷を増やしていないか	部分更新・機能付加	排熱を分離排気し（高温と低温（室温）の空気の通り道の分離）、空調負荷の増大を防止	
	一部のみ使用している大部屋や材料保管室の全体を空調していないか		空調ゾーニングの細分化（ビニールシート等での細分化でも良い）	
	建屋に不要な窓はないか（窓周辺からの空気漏れで空調負荷増大）		窓の遮蔽・断熱の強化	113271
	クリーン度が必要な個所を限定できないか	設備導入	局所クリーンルーム（クリーンブース）の適用（循環風量を削減できる。ただし、クリーン度の維持管理への支障有無を確認のこと）	
	空調に関するその他の対策　☞　5.3.1 空調システム			
加工	筐体内の排気が多すぎないか。設備停止時に排気してないか（特にクリーンルームの場合、排気に伴う外気導入が空調負荷となる）	運用改善	排気を適正化し、外気導入の削減。不要時の排気停止	
	待機電力が大きくないか（真空設備、加熱設備等の待機電力が大きい）		生産計画改変等による待機時間の短縮	
	ガスバルブボックス＊1等の危険物設置箇所の排気流量が大きすぎないか（安全率を過度に大きく設定していないか）		法令に従って適正流量に設定（緊急時に流量を増やす必要あり）	
	排熱を無駄に捨てていないか（冷却水の排温水、コンプレッサーの排熱など）	部分更新・機能付加	コンプレッサー排熱を純水加熱の予熱などに活用	141221
	蒸気加湿方式＊2で加湿していないか	設備導入	気化加湿方式の導入（定期メンテナンスにより加湿部のカビ防止を図る）	
	回転式の周波数変換装置＊3を使用して、無負荷時に電力を消費していないか		静止式周波数変換装置（インバータ）にすることで無負荷時の損失を低減	

＊1 **ガスバルブボックス**
バルブの破損防止用覆い等のこと

＊2 **蒸気加湿**
☞ 用語解説 1）

＊3 **回転式の周波数変換装置**
☞ 用語解説 2）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
排気ブロワー	40℃以下の熱排気を建屋外に排気してないか（排気に伴う外気導入が空調負荷を増大）	運用改善	40℃以下の無害な排気は空調リターンに戻す	
	ブロワーに関するその他の対策 ☞ 5.4.4-3 ファン・ブロワー			
コンプレッサー	圧空の露点温度が過度に低くないか（露点温度の必要性が不明確な場合がある）	運用改善	圧空露点の高温化（圧空に関わるエネルギー使用比率が大きいので省エネ効果大）	
	圧空システムに関するその他の対策 ☞ 5.3.4 圧空システム			
電力	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511
EMS	EMS を導入して見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311

用語解説

1）蒸気加湿

蒸気加湿とは、水を沸騰させて蒸気を作り噴霧させることであり、電極加湿（貯水部の電極に交流を通電して水中の不純物を運動させ、水蒸気を発生）が代表例。それに対し、気化加湿方式とは、水をその温度の水蒸気にして加湿する方法であり、消費エネルギーが小さい。

2）回転式周波数変換装置

周波数変換装置には回転式、静止式があり、回転式は電動機と発電機を組み合わせたもの（MG セット）、ディーゼルエンジンと発電機を組み合わせて燃料エネルギーで発電するものとがある。それに対し、静止式には電力変換素子を用いたインバータがある。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.14　熱供給業

1．熱供給業の設備とエネルギー消費の概要

冷水・温水・高温水・蒸気等をひとつ（または複数）の熱供給設備でまとめてつくり、導管を通じてそれらを複数の建物に供給して冷房・暖房・給湯などを行なう事業を地域熱供給という。エネルギー源としてガス、電気、石油等の燃料のほか、河川水熱、地中熱、下水熱等の未利用エネルギーやガスタービン廃熱、ごみ焼却熱等の排熱も利用可能である。蒸気、温水、冷水を発生するために、ボイラー、冷凍機、ヒートポンプ等の機器が多数台使用される。図 5.2.14-1 に蒸気と冷水を供給する地域熱供給システムとエネルギーフローの設備構成の一例を示す。

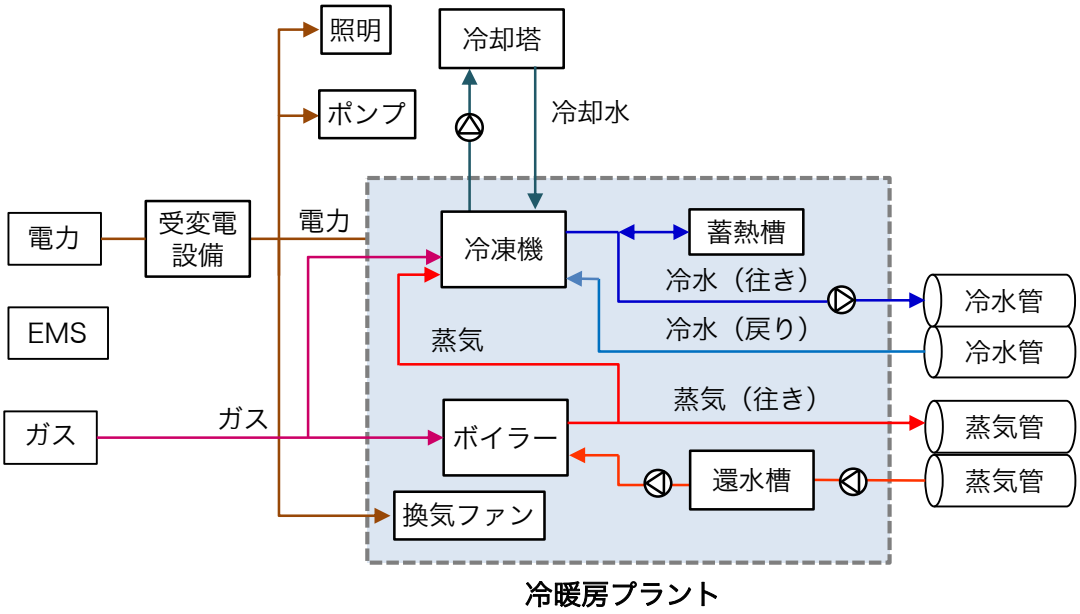


図 5.2.14-1　地域熱供給システムの設備とエネルギーフローの例

図 5.2.14-2 に熱供給業の使用エネルギーの平均的な構成を示す。平均的には都市ガスの消費量が多く全体の７割を占めている。ただし、エネルギー源の構成にはプラントによる違いが大きい。例えば、ヒートポンプを熱源機器として利用する地域熱供給では、電力の消費量が最大の割合を占める。

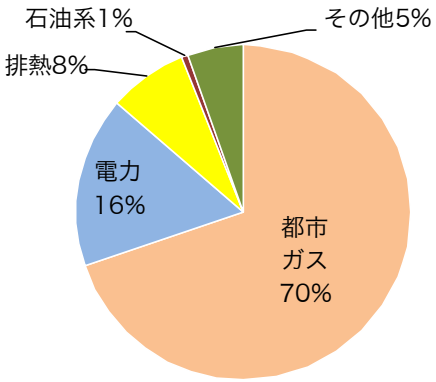


図 5.2.14-2 熱供給業のエネルギー消費量の構成例

ノート

エネルギー源としてガス、電気、燃料、再生可能エネルギー、未利用エネルギー、廃熱等が利用可能であるため、エネルギー源構成にはプラントによる違いが大きい。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

2．熱供給業に特有なエネルギーロスの例

●ポンプ動力損失

地域熱供給では、熱源設備まわりや、熱源設備から熱を利用する建物までの熱媒（冷水・温水・高温水・蒸気等）の搬送、熱使用先での熱媒の搬送に多数のポンプを使用するため、ポンプ動力の低減は重要な課題である。特に、熱の販売量が少なくなる季節には、往還温度差が小さくなり単位販売熱量当たりの流量が増加することにより、単位販売熱量当たりの搬送動力が増加（搬送効率が低下）する傾向がある。

ノート

販売熱量が少なくなる冬季・中間期には、単位販売熱量当たりの搬送動力が増加する傾向があります。

●熱源機器・導管の熱損失

燃焼・発熱機器が多いため、断熱が不良だと放熱損失が発生する。地域熱供給特有の熱媒搬送に伴なう熱損失として、冷水搬送の場合は配管からの入熱やポンプ軸動力からの入熱がロスになる。ポンプ軸動力からの入熱は冷熱ロスの大部分を占める。蒸気搬送の場合は、配管からの放熱や配管支持材からの放熱がロスになる。

●過剰な換気動力

●熱源機器は地下に設置されていることが多く、また、狭いスペースに詰め込まれていてエネルギー使用密度が高いため、酸素濃度・室温の管理は重要である。空気環境を意識しすぎると過剰な換気を行ないがちである。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

●同種の熱源機器を複数使用しているので、効率の高い機器を優先して運転することが重要である。

●ポンプの軸動力低減は、冷熱ロスの改善にも寄与する。

●24 時間稼動の場合が多いため、機器の導入を伴なう対策提案をする場合には、熱供給に支障がないことに留意する必要がある。

ノート

ポンプ軸動力からの入熱が冷熱ロスの大部分を占めるため、ポンプ動力低減は冷熱ロスの改善にも寄与します。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
熱源機器	複数台の熱源機器で温水、冷水、蒸気を供給している場合、負荷に合わせて効率の高い機器の優先稼動や稼動台数を削減する等の台数管理を実施しているか	部分更新・機能付加	台数制御装置の導入（運転されない熱源が出ないように運転順番をローテーションすることも必要である）	
	熱源機器の放熱ロスはないか		機器の断熱・強化	
	機器（冷凍機、冷却塔）の効率が低くないか（受診事業所における導入・更新履歴を確認）	設備導入	L2-Tech 機器を使用する（寿命による交換時に検討するよう提案）	111311
		燃料転換		111421
	ボイラーに関するその他の対策　☞　5.3.2　蒸気システム			
	チラー、冷却塔に関するその他の対策　☞　5.3.3　冷却水システム			
配管系	配管系の放熱ロスはないか	部分更新・機能付加	配管の断熱・強化、既設蒸気配管支持材から保温機能を持った支持材への変更	122221 122231
換気ファン	室温・CO_2 濃度・酸素濃度管理の基準等の確認	運用改善	換気量の適正化（事業者の意向を確認した上で、十分な根拠をもって提案すること）	
	換気ファンに関するその他の対策　☞5.4.4-3 ファン・ブロワー			
EMS	EMS を導入して見える化の、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311
電力	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511

参考資料

[1]『CO_2 削減ポテンシャル診断ガイドライン　第 1 版』（環境省）

[2] 一般社団法人　日本熱供給事業協会ホームページ

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.15　水道業

1．水道業の主なプロセスと CO_2 排出の概要

水道業は一般の需要に応じて水を供給する上水道業と、需要家が排出した汚水や雨水を処理・排除する下水道業に大別される。水道業の主な工程とエネルギーフローを図 5.2.15-1 に例示する。フロー図に挙げられている上水道業の主な工程の内容については表 5.2.15-1、下水道業の主な工程の内容については表 5.2.15-2 に示す説明を参照されたい。

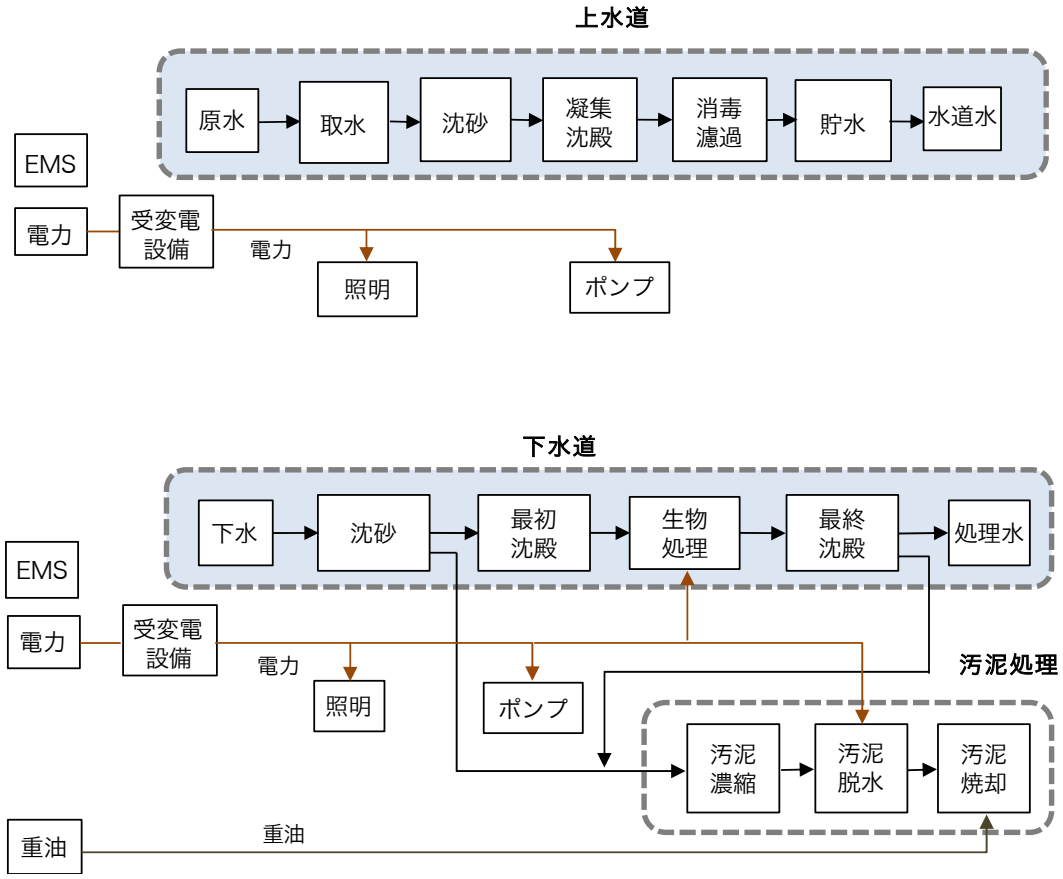


図 5.2.15-1　水道の主な工程とエネルギーフローの例

表 5.2.15-1　上水道の主な工程

No.	工程	内容
1	取水	原水を湖や川から取り入れる
2	沈砂	原水とともに流入した砂や土を沈降させて取り除く
3	凝集・沈殿	原水に凝集剤を注入して、原水中の浮遊物を除去する
4	消毒・濾過	凝集・沈殿で除かれなかった微細な浮遊物を砂と砂利の層を通して取り除いた後、薬品（次亜塩素酸ナトリウム）を加えて消毒する
5	貯水	消毒した水道水を蓄える

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

表 5.2.15-2 下水道主な工程

No.	工程	内容
1	沈砂	下水に含まれる大きなごみを取り除き、土砂類を沈殿させる
2	最初沈殿	2～3 時間かけて下水をゆっくり流し、沈みやすい汚れを沈殿させる
3	生物処理	微生物の入った泥（活性汚泥）を加え、空気を送り込み 6～8 時間ほどかき混ぜる。下水中の有機物を微生物が分解するとともに、浮遊性の汚れが微生物に付着して沈殿しやすい大きな塊になる
4	最終沈殿	生物処理でできた活性汚泥の塊を 3～4 時間かけて沈殿させ、上澄み（処理水）と汚泥に分離する
5	汚泥処理	分離した汚泥を、濃縮、圧縮後に焼却処分する

ノート

上下水道は電気の使用量が大きく、電力消費に関わる CO_2 削減対策が重要です。

上水道の使用エネルギーは、ほぼすべて電気であり、その約 90%はポンプ設備（取水ポンプ、送水ポンプ等）が消費している。CO_2 排出は約 90%が電気の消費、約 2%が燃料消費に由来し、残りは凝集・沈殿や消毒に使用される塩素剤、凝集剤などの薬品の使用や埋め立て浄水発生土から発生する温室効果ガスに由来している。

下水処理場の使用エネルギーは約 90%が電力、残りが燃料である。機器別には、生物処理で用いられる曝気用ブロワーのエネルギー消費が約 60%を占めており、次いで、汚泥ポンプが約 10%、汚泥脱水装置が約 5%を消費している。一方、CO_2 排出は約 60%が電気の消費、約 5%が燃料消費に由来し、残りは水処理や汚泥焼却の際に発生するメタン（CH_4）と亜酸化窒素（N_2O）*1 に由来している。

＊1 亜酸化窒素（N_2O）
地球温暖化効果が CO_2 の約 300 倍大きい、温室効果ガスの一種です。汚泥焼却においては、汚泥の中の窒素の一部が酸化されることによって発生します。焼却温度が上昇すると発生量は低下します。その他、水処理工程でも発生します。

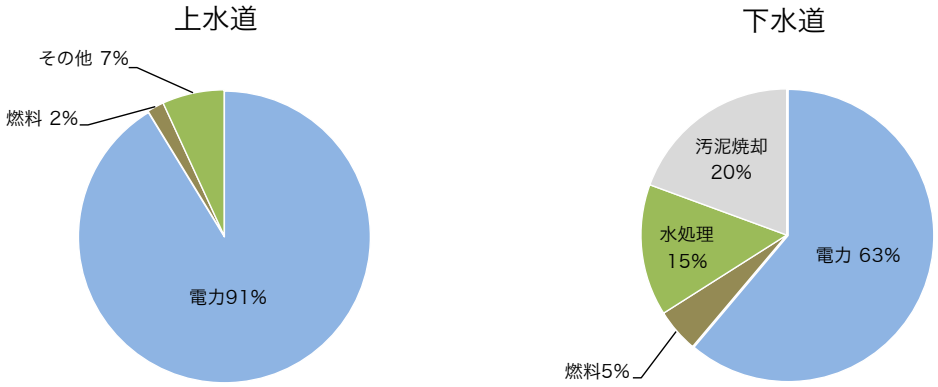


図 5.2.15-2 水道業のエネルギー源別 CO_2 排出割合の例

2．水道業に特有なエネルギーロスの例

●過曝気によるファン動力損失

生物処理反応槽に吹き込む空気から水中に効率的に酸素を供給できていないと、必要な空気吹き込み量が増加する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

- ポンプの電力使用量削減が重要である。
- 下水道事業では、生物処理のため曝気に用いるブロワーの効率的な運用が重要である。
- 下水処理後に多量に発生する汚泥の焼却で使用するエネルギーを削減することが重要である。
- 下水道事業では、CO_2排出削減だけでなく、汚泥焼却により発生する N_2O の削減、埋め立てにより発生する CH_4の削減も検討する必要がある。

ノート

上下水道ともにポンプの電力使用量の削減が大切です。下水道では曝気用ブロワーの省エネルギーや、CO_2以外のメタン、亜酸化窒素の削減対策も重要です

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
汚泥焼却	焼却ボイラーの効率化が図られているか（臭気や白煙防止を意識し過ぎ、過剰な排気や送風となっていないか）	運用改善	焼却ボイラー排気・送風の適正化（再加熱・過剰送風しない、空気比改善など）	121141 121142
	安定した汚泥の自燃高温燃焼ができているか	部分更新・機能付加	汚泥の発熱量・含水率に合わせた燃焼用空気量の調整・温度管理のための自動制御システムの導入	
	汚泥焼却温度が低くないか		高温焼却の実施（ただし、高温焼却のために補助燃料のCO_2排出量が多くならないように注意）	
	汚泥焼却に流動炉を使用しているか	設備導入	一酸化二窒素（N_2O）の排出量が少ない焼却炉への更新（ガス化炉、下級式流動燃焼システム、階段式ストーカ炉などを採用することにより通常の流動炉よりも N_2O の発生量を減らすことができる）	
	汚泥を単純焼却するのではなく、エネルギーとして活用できないか	燃料転換	汚泥のバイオ資源活用（例：堆肥化、固形燃料化、消化ガス発電）	

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
生物処理	排水処理の曝気量は適正化されているか（曝気量や曝気時間・間隔は必要最低限になっているか。特に処理停止時等に動作が停止しているかも確認すること）	運用改善	過曝気の抑制（溶存酸素濃度による制御、ブロワー給気圧力の低減）	270111
		部分更新・機能付加		270211
	従来型の多段ターボや歯車増速単段ターボより効率の高いブロワーが使用されているか	設備導入	磁気浮上式ターボブロワーを使用する。	
	ブロワーに関するその他の対策 ☞ 5.4.4-3 ファン・ブロワー			
汚泥脱水	汚泥の脱水を燃料の燃焼だけで行っているか	設備導入	（コージェネ）排熱を利用して汚泥を加温し、汚泥脱水エネルギー消費を低減	300311
電力	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511
	（処理槽上の）広い面積を有効利用しているか		太陽光発電設備の導入	300511
	有効落差・引込余剰圧力を有効利用しているか		小水力発電の検討（水質や水量変動に注意）	
下水、処理水	下水や処理水の保有する熱を利用しているか	燃料転換	下水熱利用の導入（例：空調利用、給湯利用、融雪利用）	
EMS	EMS を導入して見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311

参考資料

[1]『下水道における地球温暖化対策マニュアル（H28.3）』（環境省・国交省）
[2] 横浜市水道局ホームページ
[3] 東京都水道局ホームページ

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.16　データセンター

1．データセンターの設備とエネルギー消費の概要

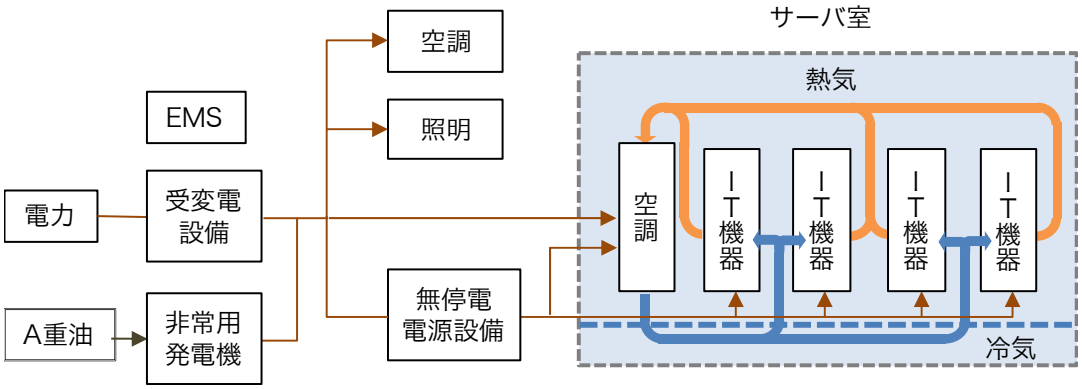


図 5.2.16-1 データセンター（空冷方式）の設備とエネルギーフローの例

データセンターにはラックに収められたIT 機器（サーバ、ストレージ、ネットワークスイッチ）、空調設備、電源設備（無停電電源（UPS）、非常用発電機、変圧器などの設備がある。

大別してサーバ室の冷却方式には、気流により装置を冷却する空冷方式（間接外気冷却方式、直接外気冷却方式）と、冷水等により冷却する液冷方式とがあり、間接外気冷却方式ではパッケージ空調機と熱交換器、直接外気冷却方式では空調機と外気導入設備、液冷方式では冷凍機、冷却塔等が使用される。

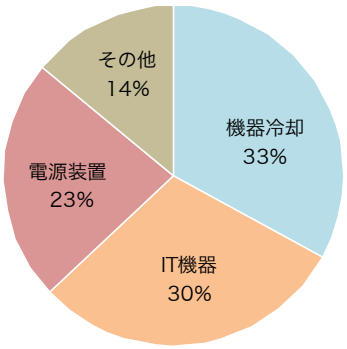


図 5.2.16-2
データセンターの典型的な用途別
電力消費量構成の例

ノート

データセンターでは、サーバ、空調設備、電源設備の消費電力が大きい。

その他、バックアップ用蓄電池、ガス系消火設備、避圧ダクトが設置されている。これらの機器が使用するエネルギーはほぼ 100%電気である。サーバの消費電力量と空調の電力量がほぼ同じであるほか、電源設備の消費電力も大きい。

2．データセンターに特有なエネルギーロスの例

●サーバ室の冷却に伴うエネルギーロス

・過大な送風動力

少ない空間に IT 機器を高密度に配置するために空気の流路を十分に確保できず、必要な空気量を確保するために空調機の送風量を大きく運用せざるを得ない結果、

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

送風動力が増大する。

・不良な空気流路

ラックや床の隙間から空気が漏れていると、サーバ排気が空調冷気と混じったり、供給された空調冷気の一部が IT 機器を冷却せずに空調機に戻ったりするため、空調機の効率が低下する。

ノート

サーバの空気吸込口における温湿度に関する基準等は十分確認しておく必要があります。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

- サーバの空気吸込口における温湿度はサーバの安定稼動を左右する要素の一つであるため、温湿度に影響をおよぼす対策を検討するにあたっては、受診事業所の設ける基準等を確認しておく必要がある。
- 24 時間稼動の場合が多く、またセキュリティ対策が厳重であるため、機器の導入・工事を伴なう対策提案をする場合は工事の実施可否、工事の期間等を確認する必要がある。
- データセンターとしてのエネルギー効率（付帯設備電力効率（PUE）＊1など）の評価を実施していることがありそれを活用して対策につなげられる場合がある。

＊1 PUE

☞ 用語解説 1

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
空調	サーバ排熱が室内に拡散していないか。ラックや床の隙間から空気が漏れていないか	運用改善	ラック列パネルで囲い、ホットアイルとコールドアイル*2を完全に分離する（キャッピング）。ブランクパネルを設置してラック内で熱気が冷気側に漏れることを防止する	
	サーバ室の室温は低過ぎないか		サーバ室の室温の最適化。部分的な温度上昇（ホットアイル）は、サーバ配置見直し等による気流の改善で平均化を行なう	113161
	［液冷空調方式の場合］冬季（外気湿球温度が供給冷水温度よりも低くなる時期）に冷房負荷がある場合に、フリークーリングしているか	部分更新・機能付加	フリークーリング*3の導入（フリークーリングで達成できる温度は外気湿球温度プラス数度である。また、寒冷地では負荷が減少すると凍結の可能性があるため、夜間の負荷が小さい場合は注意が必要）	131221
	［液冷空調方式の場合］冷凍機による冷房を行なっている場合、大温度差送水を行なっているか	設備導入	大温度差送水の導入（大温度差対応のコイルの採用が必要）	
	サーバラックの集積度が高いか（例えば 5～8kW／ラック以上）		高集積度である場合、エネルギー効率およびスペース効率の点で、全体冷却システムよりも局所冷却システムのほうが有利	
	空調に関するその他の対策　☞　5.3.1　空調システム			
EMS	EMS を導入して見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311
電力	CO_2 削減のために電気事業者の見直しで	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511

参考資料

［1］『CO_2 削減ポテンシャル診断ガイドライン　第 1 版』（環境省）

［2］『データセンターにおける節電対策マニュアル　改訂版（Ver1.3）』（日本データセンター協会）

用語解説

1）付帯設備電力効率（PUE）

データセンター内の IT 機器が消費する電力の何倍の電力が、データセンター全体で使用されているかを示す指標。

ノート

サーバラックの吸気温度にばらつきがある場合、温度をある一定範囲になるように一度整えてから、温度設定値を緩和させる必要があります。

＊2 ホットアイルとコールドアイル

ラック背面から排出される熱気の通り道をホットアイルと言う。ラック前面に供給される冷気の通り道をコールドアイルと言う。

＊3 フリークーリング

☞ 用語解説 2）

ノート

空調の設定温度を緩和する場合は、空調停止等の異常時にも規定条件が満たされることをシミュレーション等により十分に検証する必要があります。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

2）フリークーリング

冷凍機を止めて冷却塔の冷却水を直接あるいは熱交換器を介して冷水を供給する方法。熱交換器、切り替えバルブ、自動制御等の導入が必要となる。関連機器の制御等は湿球温度をもとに行なうこと。冷凍機を稼動させずに冷水を供給できるので冷凍機のランニングコスト低減も可能となる。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.17　倉庫業

1．倉庫業のプロセスとエネルギー消費の概要

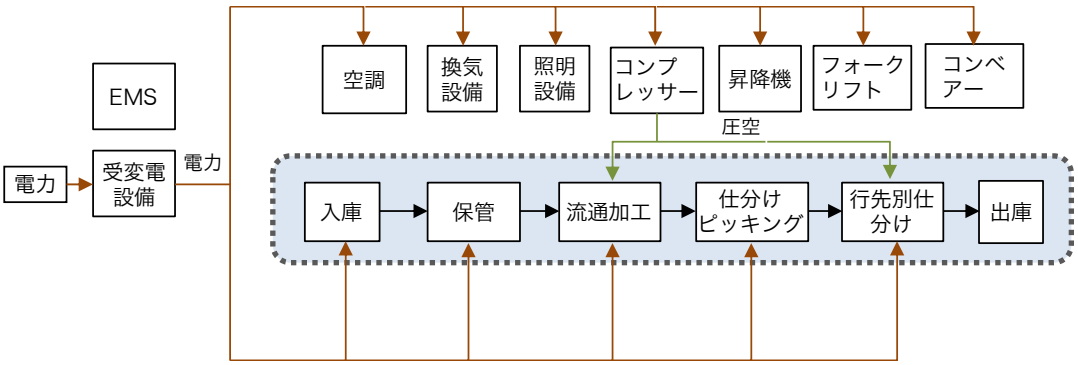


図 5.2.17-1 普通倉庫の工程とエネルギーフローの例

倉庫は、1．普通倉庫　2．冷蔵倉庫（食品等 10℃以下で保管）3．水面倉庫に分類される。普通倉庫は最高グレードの 1 類、防火・耐火性不要な 2 類、防湿性不要な 3 類、野積、貯蔵槽、危険品に分類される。本章では倉庫数、エネルギー使用量が多い普通倉庫 1 類と冷蔵倉庫を事例として CO_2 削減のために留意すべき事項を取りまとめた。一般的な普通倉庫における工程と関連する設備およびエネルギーフローを図 5.2.17-1、一般的な倉庫の作業フローを表 5.2.17-1 に示す。

表 5.2.17-1 倉庫の工程

No.	工程	内容
1	入庫・仕分け	輸送トラック、コンテナより荷下ろし、商品が適正なものか、個数等間違いないかをチェック後、保管場所まで搬送する
2	保管	常温保管、定温保管（～10℃）、冷蔵保管（10℃～）、ロケーション管理、在庫管理、入庫順管理などの保管・管理を行なう
3	流通加工	ラベル貼り、詰め合わせ、検針、燻蒸、異物チェック等のさまざまな物流加工を要求に応じて行なう
4	仕分け･ピッキング	荷主からの出庫指示により、配送先、入庫順、数量等にしたがい、ピッキングを行ない、段ボールまたはバケット単位でまとめる
5	行先別仕分け	配送先、方面別に仕分けし、トラック単位に荷揃えを行なう
6	出庫	指定された時刻までにトラックへ搬入し、出庫を完了する

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

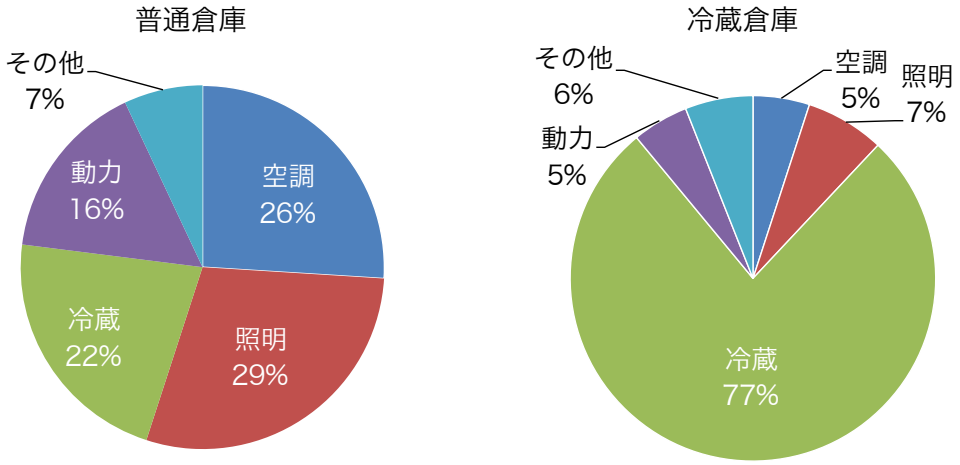


図 5.2.17-2　倉庫の設備別エネルギー使用割合の例

倉庫の設備別エネルギー割合を図 5.2.17-2 に示す。普通倉庫においては照明・空調設備がエネルギー使用で大きな割合を占めており、LED 照明の導入、空調の省エネにより大きな省エネ効果が期待できる。これに対して冷蔵倉庫においては冷凍機の消費エネルギー量の割合が大きく、建屋の断熱性向上、搬入口からの冷熱の漏洩対策および冷凍機の省エネ対策による効果が期待できる。また 2020 年までに R22 の冷媒が廃止されることを契機とする、冷凍機の最新機種への更新からの CO_2 削減ポテンシャルの期待が大きい。

ノート
普通倉庫では照明・空調、冷蔵倉庫では冷凍機の消費エネルギー量が大きい。

２．倉庫業に特有なエネルギーロスの例

●運搬のエネルギーロス

入荷物は一旦、荷捌き場に仮置され保管場所別に仕分けを行なう。定形の荷姿はソーターにより自動搬送される。コンベアー駆動には電動モーターとコンプレッサーが使用される。荷が無い状態での空運転防止またはセンサーによる細かいエリア運転管理が省エネにつながる。

ノート
エリアごとの管理基準（マニュアル）作成が大切です。

●空調のエネルギーロス

倉庫の庫内高さは通常６ｍほどあり、一般倉庫では建屋の断熱性が悪く、天井の仕切りが無い折板鋼板の屋根が一般的で空調には不向きな建屋構造である。

検品、ラベル貼り、詰め合わせといった流通加工場には冷暖房が行なわれているが、間仕切りのない天井高さが大きな室内を均一に温度管理することは難しい。成層空調等で作業者の活動域のみが快適に設定できる施設が必要となる。

●冷凍機のエネルギーロス

冷蔵庫への荷物の出し入れのために、煩雑にフォークリフトが出入りすることにより、扉の開閉のたびに冷蔵庫の冷熱が漏洩する。また通過に必要な断面積に対して大きな扉を備える。エアーカーテン、ビニールカーテンの設置により冷気の漏洩を防止する対策を必要とする。また取り扱い品目の多様化から、ワイン、

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

チョコレートのように、夏季に 20℃前後の保管温度を必要とする品目に対して、簡易的な間仕切りによる冷蔵域を設けた施設では、素材の断熱性、隙間による冷気漏洩の問題がある。

●照明によるエネルギーロス

倉庫には一般的な窓または明かり取り窓がないために、一日中照明を点灯している。人のいないエリアの消灯または減灯の設定、手元照明の補助設置により全体照明の省エネを図ることができる。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

●LED 照明

水銀灯に代わる天井灯仕様では、LED 素子の閃光による眩しさ、光の直進性から棚の垂直面が暗くなることから、カバーを取り付けた蛍光灯のような光源の器具または無電極ランプの選定と壁面に光の拡散機能の施工。

●冷暖房空調

人の感じる快適性は、外気との相対的な温度差、気流による快適さに違いを感じる。外気との温度差を管理、加湿および送風器具の設置。

●自動倉庫、ソーター

大規模な施設のため更新はできない。駆動機構に着目して、モーター等構成部品の換装、センサーの追加による待機状態時の省エネシステムへの改良。

●エアコン

倉庫の所在地は海浜地区が多く、屋外機の劣化が進んでいることが多い。また倉庫建設時の空調施設も多い。大規模な換装計画を伴なうことになるため、補助金適用の条件に適う省エネ空調システムの計画。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

４．診断項目とチェックポイント

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
保管	冷蔵庫内の充填率が低くないか	設備導入	移動棚の導入	
	冷凍機、冷蔵庫に関するその他の対策 ☞ 5.4.6 冷凍・冷蔵設備			
空調	室内に発熱源がないか。温度は管理できているか	部分更新・機能追加	成層空調システムの導入	
	10 年間の電力使用量を比較して年々増加していないか	運用改善	外壁にエポキシ樹脂塗料の塗布	
	天井からの直射日光の熱が入り込んでいないか		屋根面高反射塗料の塗布	
	空調に関するその他の対策 ☞ 5.3.1 空調システム			
コンベアー	コンベアーのモーターは効率が悪くないか	部分更新・機能追加	高効率 DC モーターへの更新	
	モーターに関するその他の対策 ☞ 5.4.4-1 電動機（モーター）			
EMS	EMS を導入して見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311
電力	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.18　スーパーマーケット

1．スーパーマーケットの設備とエネルギー消費の概要

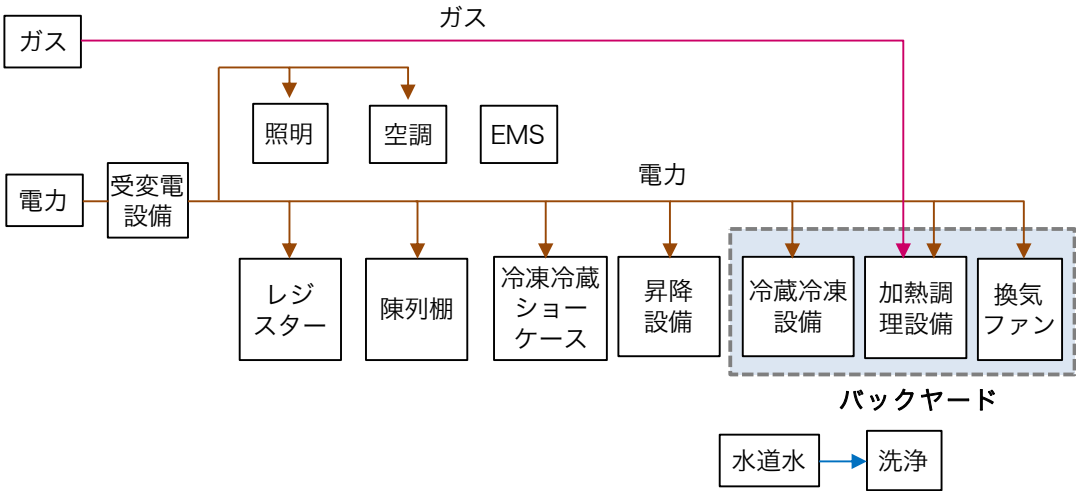


図 5.2.18-1 食品スーパーの設備とエネルギーフローの例

百貨店に対比されるスーパーマーケットは、総合スーパーといわれ衣食住をバランスよく取り扱っているが、中規模スーパーは食品を主体として取り扱っている。

総合スーパーは、全商品に占める衣料品、日用品、雑貨類の取り扱いが多いことから、使用エネルギーのほとんどが電力である。消費エネルギーの多い順に、冷凍・冷蔵設備 47%、空調設備 23%、照明・コンセント 21%となっている。（図 5.2.18-3）

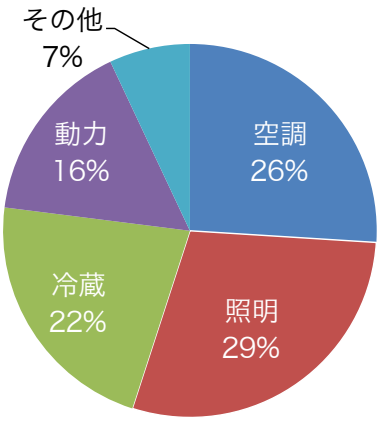


図 5.2.18-2
総合スーパーの
設備別エネルギー消費割合の例

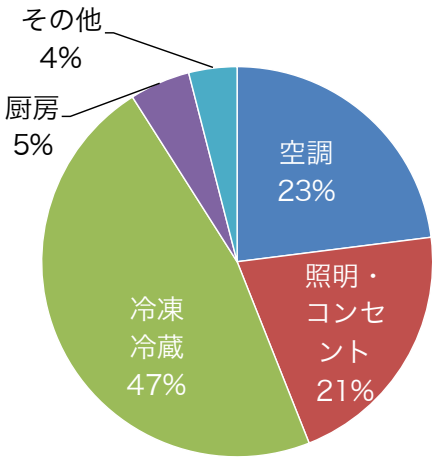


図 5.2.18-3
食品スーパーの
設備別エネルギー消費割合の例

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

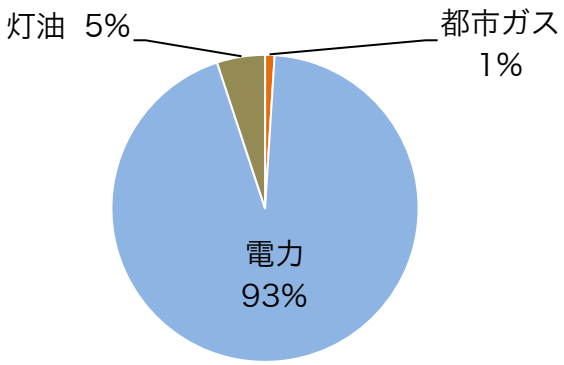


図 5.2.18-4
スーパーマーケット業の典型的なエネルギー源別 CO_2 排出量構成例

食品スーパーとは、食料品の扱いが全体の 70%以上、売り場面積が 250m^2 以上、セルフ販売方式と定義されているが、食品の割合が多いことから冷凍・冷蔵設備の占めるエネルギーの割合が高い。また、エネルギー源別 CO_2 排出量構成は、９割以上が、電力となっている。

２．発生するエネルギーロスの例

- 24 時間稼働している冷凍・冷蔵設備は、温度管理、エアーカーテン、清掃、除霜（デフロスト）を適切に行なうことでエネルギーロス最小化を図ることが必要。
- 客の出入りによる、店内への外気侵入による熱ロス。
- 空調温度が低すぎる場所が多いことによる空調電力ロス。
- 空調屋外機への直射日光被爆による効率悪化、空調電力ロス。
- 過度な照明による電力ロス。
- バックヤード、倉庫、休憩室など人が不在時の空調運転、照明による電力ロス。
- 夜間のショーケースからの熱ロス。
- 冷凍・冷蔵設備やショーケースが高効率でないことによる電力ロス。

ノート
冷凍冷蔵設備空調および照明のエネルギー消費割合が高いので重点的な対策検討が必要です。

３．対策候補選定時に考慮すべき事項

- 消費エネルギーの（月、時間、設備ごと）実態把握（見える化）が重要である。
- メリハリのある照明（照度、照明方法、台数）が重要である。
- 衛生管理が厳しいことから、対策検討にあたっては温湿度、防塵への配慮が必要である。
- 空調負荷および衛生面で客の出入りによる、店内への外気の侵入を極力少なくする工夫が必要である。（出入口を常時開放している店舗が半数弱あるのが実態）
- 冷凍・冷蔵設備やショーケースのトップランナー機器、L2-Tech 機器への更新を検討する。

ノート
高効率機器は L2-Tech 機器やトップランナー機器から選びます。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
空調	客出入口を開放して営業していないか	運用改善	自動ドアの開閉動作調整	
	店内温度が低すぎないか 必要最低限となっているか	運用改善	（食品保管への影響を考慮して）室温を実測・管理・調整する	113161
		部分更新・機能付加	リモコン近くに設定温度表示	
	屋外機は直射日光を浴びやすい場所にないか	部分更新・機能付加	屋外機への遮蔽板、庇の設置	111211
	全熱交換器は採用されているか	設備導入	全熱交換器の導入	113311
	空調に関するその他の対策 ☞ 5.3.1 空調システム			
照明	営業時間外は、店内の照明が消えているか	運用改善	運用基準の作成	
	屋外照明の季節ごと管理はできているか		屋外灯、駐車場灯、看板灯の点灯時間基準の作成	
	休憩室、倉庫など無人の時間帯でも照明していないか		こまめな消灯（啓蒙活動）	210111
	店内の照度が高すぎないか メリハリのある照明になっているか （飲料、乳製品、豆腐類は多少照度を下げても商品の見栄えに影響ない）	運用改善	実測により管理　場所、時間毎の照度基準の作成と管理　（ショーケース照明、スポット照明の方法）	
		部分更新・機能付加	照明装置（人感センサー）の追加	210221
	照明に関するその他の対策 ☞ 5.4.1 照明設備			

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
冷凍・冷蔵設備	冷凍・冷蔵ショーケースの陳列棚は蓋付に変更可能か	設備導入	扉付冷凍・冷蔵ショーケース	
	冷凍・冷蔵設備に高効率な設備は使用されているか		高効率冷凍冷蔵システム	260311
	冷凍・冷蔵設備に関するその他の対策 ☞ 5.4.6 冷凍・冷蔵設備			
加熱調理設備	ガス加熱器のガス量は適切か	運用改善	加熱製品ごとのガス量調理時間の基準作成遵守	
	部屋の換気量は多すぎないか		給排気バランスの確保	
洗浄	洗浄や掃除用の水道水が節約されているか	部分更新・機能付加	啓蒙活動、節水コマ	310221
EMS	EMS を導入して見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311
電力	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511

参考図書

[1]『CO_2削減ポテンシャル診断ガイドライン　第１版』（環境省）
[2]『スーパーマーケットの省エネルギー対策』（東京都環境局）
[3]『飲食料品小売業における消費エネルギー実施要領』（経済産業省）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.19　ホテル・旅館

1．ホテル・旅館の設備とエネルギー消費の概要

宿泊施設・ホテルは、立地・利用形態・利用目的・経営形態・機能などにより、旅館、シティホテル、リゾートホテル、ビジネスホテル等に分類される。

ホテルは施設の機能上から整理すると、一般に、宿泊部門（客室、リネン室等）、宴会・集会部門（宴会場等）、料飲部門（レストラン、厨房等）、パブリック部門（玄関、ロビー、駐車場等）、管理部門（フロント、事務室、機械室、電気室等）の５部門から構成される。温泉ホテルは上記に加え、温泉施設とその設備が入り特徴的となっている。ホテルの設備およびエネルギーフローの一例を図 5.2.19-1 に示す。

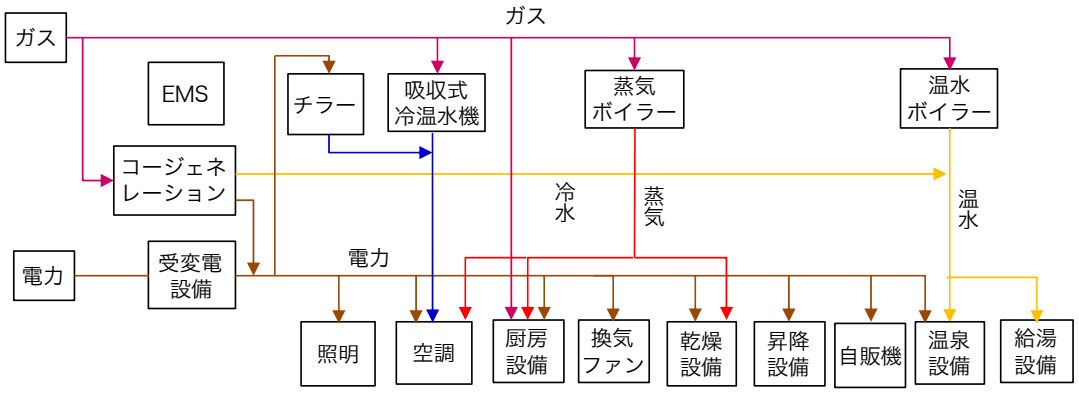


図 5.2.19-1 ホテル・旅館の設備とエネルギーフローの例

一般的にホテル・旅館は 1 年間休みなく稼働しており、設備機器の運転時間が著しく長い。サービス優先で空調を常時運転することと、多様な照明器具を使用することから電力の消費量が大きい。給湯・給水使用量が多く、大量の燃料と用水を必要とする。一例として温泉ホテルの熱･電気エネルギーの使用割合の例を図 5.2.19-2 に示す。熱源・熱搬送で 34%、給湯で 20%、照明コンセントで 30%となっている。給湯での熱・電気使用割合が比較的小さいのは、温泉の源泉供給を受けているためである。

ノート

ホテル・旅館で使用している熱源は、吸収冷凍機、電動チラーおよびボイラーの組み合わせが多い。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

電気エネルギーの使用割合の例を図 5.2.19-3 に示す。照明コンセントの割合が５割を占めている。照明コンセント設備における省エネ対策として、不要時の消灯は全体的に実施されており、運用管理面における大幅な改善効果は期待できない。LED 化等による照明器具の高効率化が省エネ対策の要となる。

ノート

照明については、器具の高効率化が省エネ対策の要となります。

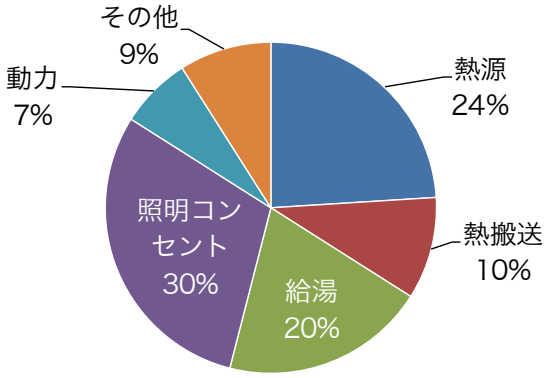


図 5.2.19-2 熱・電気使用割合の例

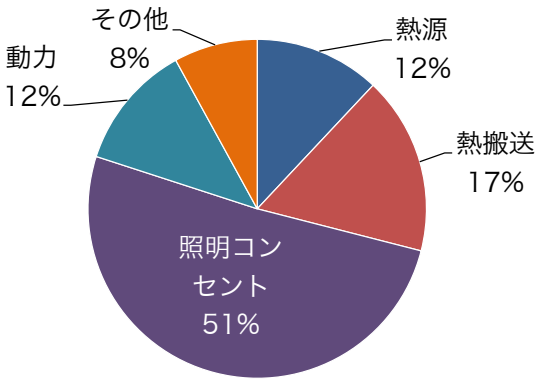


図 5.2.19-3 電気使用割合の例

２．ホテル・旅館に特有なエネルギーロスの例

- 設備機器が設計条件における最大負荷で運転される時間は非常に短く、部分負荷運転される時間が長い。したがって設備機器の平均負荷率が低い。
- 設計条件における外気取り入れ量は多いが、実際に最大人員で使用される時間は短い。したがって、外気取り入れ量が過剰になりがちである。
- 給水、給湯使用量が大きく、エネルギーロスが発生しやすい。

ノート

熱源・熱搬送設備は、暖房期間中 24 時間運転されており、冷房期間中も 24 時間運転されているところがあります。冷暖房負荷が小さい時間帯でもフル運転されていることがあり省エネの余地があります。

３．対策候補選定時に考慮すべき事項

- 初春、晩秋でも客室に冷房負荷が生じる場合がある。（特に南面）
- 宴会部門は用途・使用時間帯が毎日変化する。また冬期にも冷房が必要になる場合がある。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
空調	季節に応じた空調運転をしているか（共用部）	運用改善	ロビー、ホール等の空調運転時間・期間の見直し	
	夏の日差しによる冷房負荷が大きくなっていないか	運用改善	カーテン、ブラインドによる窓の日射遮蔽	
	利用されていない客室空調は停止しているか（客室）	部分更新・機能付加	カードロック方式等による客室空調の発停	
	外気の取り入れ量は必要最小限になっているか（共用部）		外気取り入れ量の削減	
	中間期の冷房に外気冷房は可能か（共用部）		中間期の外気冷房の採用	
	屋上散水に漏水等の問題はないか		屋上散水	
	屋内駐車場の換気ファンが連続稼働になっているか（駐車場）		屋内駐車場の CO、CO_2 による換気制御	113211
	客室の換気は常時稼働しているか（客室）		人感センサー等による客室トイレ換気制御	
	給気・排気の温度差は大きいか。窓は開けられないか（共用部）	設備導入	全熱交換器の導入	113311
	デマンド管理は適切に行なわれているか（共用部）	設備導入	氷蓄熱式空調システムの導入	
	空調に関するその他の対策　☞　5.3.1　空調システム			
照明	チェックインの前、チェックアウトの後の照明の点灯のルールはあるか	運用改善	始業前点灯時間の短縮・制限	210111
	客室のトイレ照明は常時点灯しているか	部分更新・機能付加	人感センサーによる客室トイレ点灯制御	210221
	アトリウムに自然光の採光は可能か		アトリウム等での自然光利用（調光制御）	
	照明に関するその他の対策　☞　5.4.1 照明設備			

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
厨房設備	調理に使う炎が強すぎないか。お湯が沸騰した後に火勢を調整しているか	運用改善	適切な火加減調整	
	ガス調理による排気量が多くないか	部分更新・機能付加	インバータ制御で不要時の風量を削減する	240221
	冷凍・冷蔵庫の断熱材の強化は可能か		冷凍・冷蔵庫の保温・断熱強化	260241
	冷蔵庫、冷凍庫が古くなっていないか	設備導入	高断熱・高効率冷蔵庫の採用	260311
	高効率冷蔵庫導入の費用対効果は十分か		インバータ冷蔵庫の導入。インバータ制御により扉の開閉頻度に合わせて出力を制御する	
	調理、給湯用に石油を使用しているか	燃料転換	石油から CO_2 排出係数の小さいガスへの切り替え	
			ガスや石油を使用する調理や給湯から、CO_2 排出係数の小さい電気を使用する電気加熱やヒートポンプ給湯への切り替え	
ボイラー	年間を通じて十分な熱負荷があるか	設備導入	コージェネレーションの導入（非常時対策に活用できる可能性がある）	300311
	昼間の入浴や給湯の利用があるか	燃料転換	太陽熱利用温水システムの導入	
	ボイラーに関するその他の対策 ☞ 5.3.2 蒸気システム			

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
給湯設備	給湯の圧力・温度は適正な範囲か 管理標準はあるか	運用改善	給水圧、給湯温度の適正管理	290111
	長時間のポンプの使用や給水・温水利用の大きな変動があるか	部分更新・機能付加	給水・給湯ポンプのインバータ化による流量制御の更新	240222
	蛇口から必要以上の水が流れ出ていないか		洗面・トイレ、厨房等への節水コマの採用	310212
	シャワーは節水型になっているか		節水型シャワーヘッドの採用	310211
	水栓の閉め忘れは無いか		手洗い器・洗面器の自動水栓化	310221
昇降設備	エレベーターの利用者数、時間ごとの利用頻度は適切か	運用改善	閑散期のエレベーター一時停止	280111
		部分更新・機能付加	エスカレーターへの人感センサー適用	280221
自販機	旧タイプの自販機が設置されていないか	設備導入	省エネ型自販機の導入	330311
電力	太陽光発電出力を自家消費できる負荷が昼間に存在するか	電力低炭素化	太陽光発電の導入	300511
	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか		電気事業者の見直し	330511
EMS	EMS 等を導入して見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.20　飲食店

1．飲食店の設備と CO_2 排出の概要

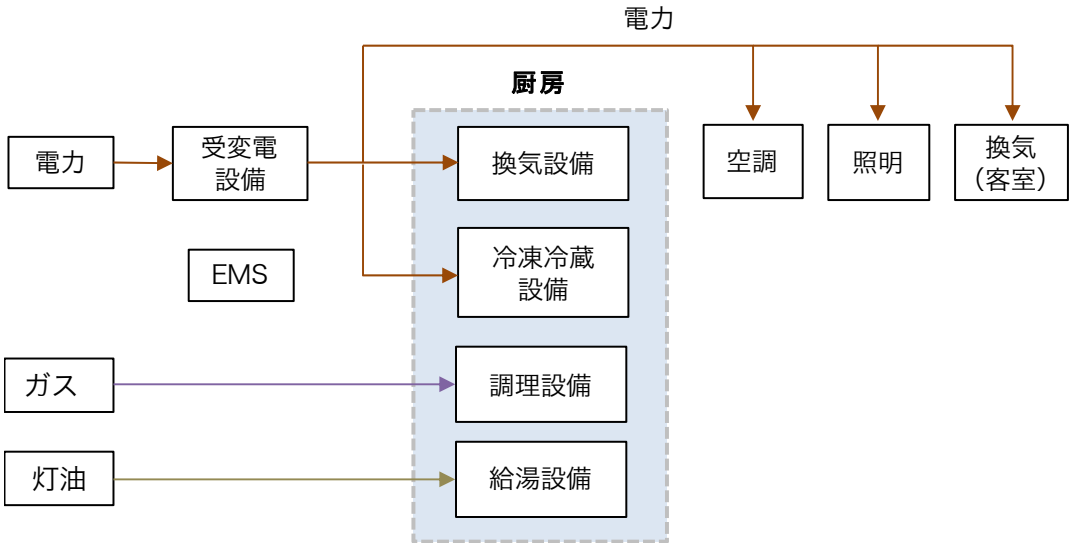


図 5.2.20-1　飲食店の設備とエネルギーフローの例

飲食店の店舗は客室と厨房からなる。客室では空調、照明、換気などの目的で主に電気が使われる。厨房では、空調、照明、換気、冷凍冷蔵などの目的で電気が使用されるとともに、コンロやグリルなどの加熱調理や給湯目的でガス・灯油などが消費される（ただし、電化厨房では加熱調理や給湯にも電気が用いられる）。一般的には厨房のエネルギー消費が客室より多い。飲食店の CO_2 排出量の割合は、電気の使用によるものが約 70～80%と最も多い。

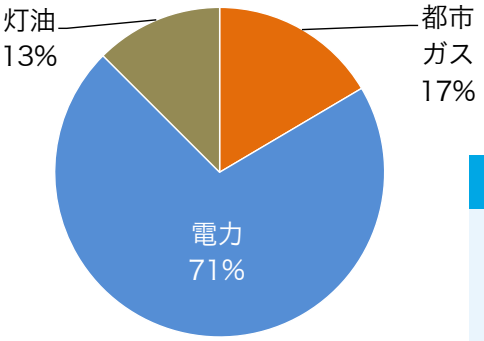


図 5.2.20-2
飲食店の典型的なエネルギー源別 CO_2 排出量構成例

ノート

飲食店の CO_2 排出量は電気の使用によるものが最も多い。消費電力量の削減や電力の低炭素化が大切です。

2．飲食店に特有なエネルギーロスの例

●空調設備に伴うエネルギーロス

・冷房温度が低めに設定される傾向がある。
・営業開始前あるいは閉店後に不必要な運転が行なわれていることがある。
・24 時間営業店など営業時間の長い店舗では空調用フィルターが早く汚れ、エネルギーのロスにつながる。

●照明設備に伴うエネルギーロス

・点灯時間の管理が不十分だと、開店前の準備時間や閉店後の清掃時間に不必要なエリアで照明が行なわれがちである。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

●厨房におけるエネルギーロス

・厨房換気では、給気に対して排気を若干多めにして厨房の臭いが客室に広がらないように設計が行なわれる。その際、排気が過剰だと外気の取り入れ量が増え、その処理熱量が増大するため空調のエネルギーロスになる。逆に、給気が過大の場合は客室内に過剰分が流出し臭いの拡散につながる。

・必要以上に強い炎を用いて調理したり、お湯が沸騰した後にも火勢を調整しなかったりすると燃料の無駄につながる。

・加熱調理機器の予熱開始が早すぎるとエネルギーの無駄につながる。

・冷凍庫、冷蔵庫を頻繁に開閉すると庫内温度が上昇して電気の無駄につながる。

ノート

エネルギー消費が多い厨房の CO_2 排出削減が大切です。
店舗では給気と排気のバランスに注意して空調負荷の削減に努めましょう。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

●厨房の CO_2 排出削減が一つのポイントである。

●店舗では給気と排気のバランスが重要である。

●調理時は、安全面、衛生面を最優先する必要がある。

●店舗では店の雰囲気にマッチした適度な明るさが求められる。

●客の体感温度を最優先しつつも適度な室温にすることが大切（従業員の体感温度は客よりも暑く感じる場合が通常である）。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
空調	営業時間外にスタッフ作業エリア以外でも空調していないか	運用改善	不要な空調機を停止する	
	営業開始前、閉店後の空調運転時間を適切に管理しているか		空調運転時間の適正化	
	営業時間中エリアごとに必要な空調機のみ ON しているか。夏場可能な場合は送風モードを使用しているか		冷暖房温度を適正化（緩和）する。 目視温度計を設置・活用する	113161
	空調に関するその他の対策 ☞ 5.3.1 空調システム			
換気	ガス調理による厨房の排気量が多くないか	部分更新・機能付加	インバータ制御で不要時の排気風量を削減する	240221
	ファンに関するその他の対策 ☞ 5.4.4-3 ファン・ブロワー			
調理設備	調理器の炎が強すぎないか。お湯が沸騰した後に火勢を調整しているか	運用改善	適切な火加減調整	
	石油を使用しているか	燃料転換	石油から CO_2 排出係数の小さいガスへの切り替え	
	ガスや石油を使用しているか	設備導入	ガスや石油を使用する調理や給湯から、CO_2 排出係数の小さい電気を使用する電気加熱やヒートポンプ給湯への切り替え	
給湯設備	ガスや石油を使用しているか			
	石油を使用しているか	燃料転換	石油から CO_2 排出係数の小さいガスへの切り替え	
冷凍冷蔵設備	冷凍冷蔵庫の管理、使用方法は適切か	設備導入	インバータ冷蔵庫の導入。インバータ制御により扉の開閉頻度に合わせて出力を制御する	
EMS	EMS 等を導入して見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311
電力	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511

ノート

管理基準（マニュアル）の作成と順守が大切です。

参考資料

[1]『CO_2削減ポテンシャル診断ガイドライン　第１版』（環境省）
[2]『フードサービス業の省エネルギー対策』（東京都環境局）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.21　クリーニング業

1．クリーニング工場のプロセスと CO_2 排出の概要

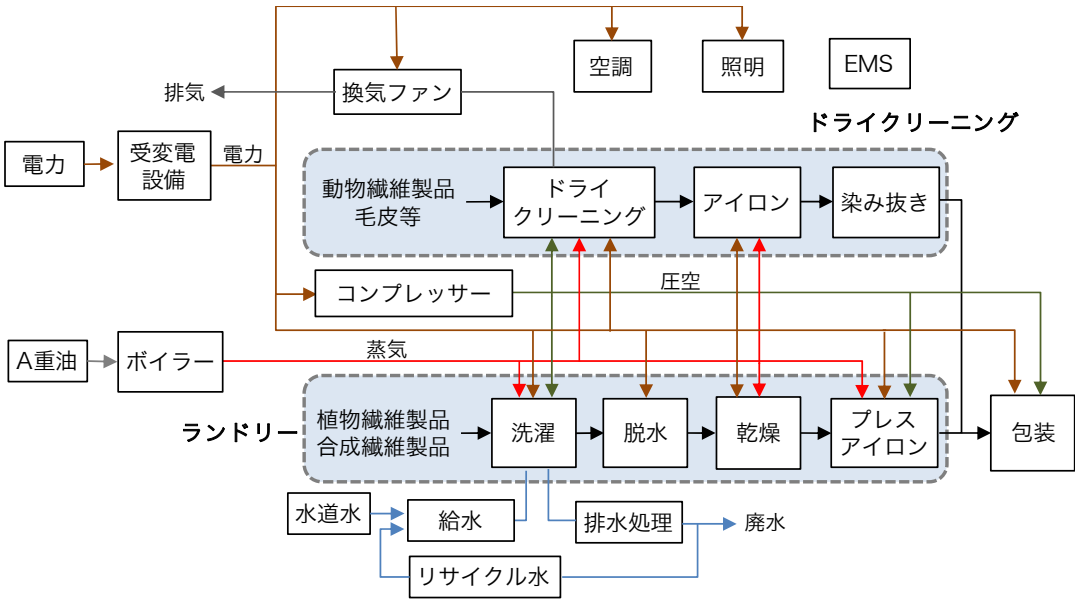


図 5.2.21-1　クリーニング工場の工程とエネルギーフローの例

洗濯の方式には大別して、「ランドリー」と「ドライクリーニング」の２種類がある。植物繊維製品や合成繊維製品の衣類を洗濯するランドリーは、水の中に洗剤を加え、撹拌・希釈・脱水乾燥・仕上げを行なう。動物繊維や毛皮などの衣類を洗濯するドライクリーニングでは溶剤を用いる。図 5.2.21-1 に工程とエネルギーフローの例、表 5.2.21-1～2 にそれぞれの主な工程の内容を示す。

表 5.2.21-1　ランドリーの主な工程

No.	工程	内容
1	洗濯	バッチ式と連続式がある。連続式は使用水量が少ない。洗濯水の 40%に当たる温水を供給するために蒸気を吹き込む
2	脱水	遠心式、油圧式などがある
3	乾燥	タンブラー（回転）乾燥機、静止乾燥機などが使用される
4	プレスアイロン	衣類のプレス仕上げ。熱源は蒸気が多い
5	排水処理	水のリサイクルが主目的であるが、排熱回収も重要である

表 5.2.21-2　ドライクリーニングの主な工程

No.	工程	内容
1	ドライクリーニング	溶剤と洗剤を使って洗濯を行なう。遠心力を利用して取り除いた溶剤は、蒸留再生後に冷却水を使用して回収される
2	アイロン	蒸気を使用して仕上げる

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

ノート

クリーニングは熱多消費業であり、ボイラー用燃料が消費エネルギーの多くを占めています。また、大量の用水が使用され排水処理量も大きいのが特徴です。

クリーニング工場のCO_2排出量は、約80%がＡ重油や都市ガス等の蒸気ボイラー用燃料、約 20%が電気の使用に由来する（原油換算したエネルギー使用量では、約 70%が蒸気ボイラー用燃料、約 30%が電気である）。蒸気は洗濯、乾燥、プレス、アイロンなどさまざまな用途に使用される。電気の主要な消費機器はコンプレッサーである。ランドリー工場では大量の洗濯用水が使用され、排水処理量も大きい。浄化されたリサイクル水は洗濯用水に再利用される。ドライクリーニングの洗浄では有機溶剤を使用するので、溶剤の蒸留再生が不可欠である。最近は、１台で洗浄、脱液、乾燥の工程を行なうドライクリーニング機が導入されている。

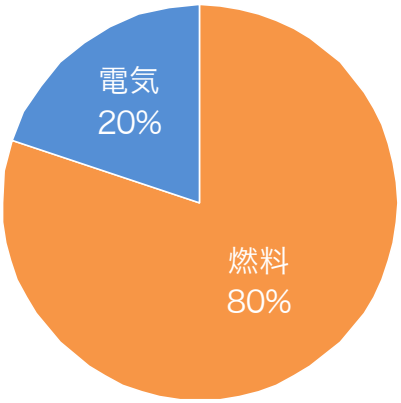


図 5.2.21-2
クリーニング業の典型的な
エネルギー源別 CO_2 排出量構成例

ノート

コンプレッサー、蒸気放熱、乾燥機から大量の廃熱・放熱が発生します。
室温が上がると夏季の冷房負荷が増加するほか、コンプレッサーの効率低下等を招くので排熱対策が重要です。

2．クリーニング業に特有なエネルギーロスの例

- 洗濯排水の排熱

  洗濯水量の 40%を 60～80℃の温水でまかなうため、給湯用に大量の蒸気を吹き込む。洗濯排水は約 60℃であり排水熱量が大きい。

- プロセス排熱

  加熱用に蒸気潜熱を利用した後のドレンは依然として高温である。コンプレッサー、蒸気放熱、乾燥機からの廃熱・放熱が大きく、夏季の空調負荷を増加させる。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

- 熱多消費業種であり蒸気等の熱の供給の効率向上と搬送ロスの低減、熱使用条件の適正化による供給量の低減が重要である。
- 排熱を活用するためには、発生熱量と発生時間の整合が取れているか検討する必要がある。
- 熱の使用が多く室内空調の冷房負荷が大きいため、空調の効率向上が重要である。
- 目視による品質確認が必要な場合は、照明では演色性の配慮が要求されることが多い。その場合には演色性が高い蛍光灯等を使用する必要がある。
- ドライクリーニングでは有機溶剤を使用するため、安全性の考慮と同時に、適切な排気が必要である。

ノート

目視による品質確認が必要な場合は、演色性が高い蛍光灯等を使用する必要があります。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断項目とチェックポイント

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
アイロン プレスアイロン ドライクリーニング 乾燥	低温蒸気の活用余地はあるか	部分更新・機能付加	フラッシュ蒸気の活用（無駄に捨てていたエネルギーが活用できる。100℃近辺の加熱箇所はあるか確認）	
洗濯	洗濯の給水加熱をボイラーからの蒸気で行なっている場合にドレンを活用しているか	部分更新・機能付加	回収ドレンの活用	122241
	低温蒸気の活用余地はあるか		フラッシュ蒸気の活用（無駄に捨てていたエネルギーが活用できる。100℃近辺の加熱箇所はあるか確認）	
	水洗装置の排水温度は高いか	設備導入	排水熱による給水加熱の実施（シェル＆チューブ式熱交換器の導入。メンテナンス性の向上にもつながる）	
空調	冷房と温水加熱が同時発生しているか	設備導入	L2-Tech 機器等高効率ヒートポンプによる冷温熱同時供給	
	空調に関するその他の対策 ☞ 5.3.1 空調システム			
ボイラー	年間を通じて熱負荷が大きいか（クリーニング工場では年間を通じて蒸気、温水の熱需要がある）	設備導入	コージェネレーションの導入（非常時対策にも活用できる可能性がある）	300311
	ボイラーに関するその他の対策 ☞ 5.3.2 蒸気システム			
EMS	EMS を導入して見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311
電力	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511

参考資料

［1］『CO_2ポテンシャル診断ガイドライン　第１版』（環境省）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.22　病院

1．病院の設備とエネルギー消費の概要

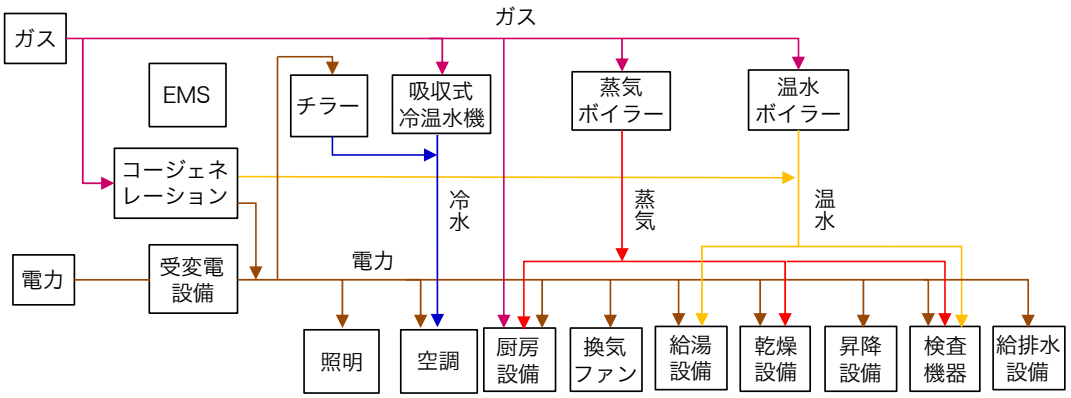


図 5.2.22-1 病院の設備とエネルギーフローの例

医療は、病院、診療所、介護老人保健施設、薬局、医療を受ける者の居宅などにおいて提供されている。ここでは病院の事例として一般病院を採用し、CO_2 削減（省エネルギー）のために留意すべき事柄をまとめた。

病院内は、医療行為を行なうための組織運営上の機能性を高めるため、治療の流れに応じて各種部門別に構成されており、相互連携を取りながら運営されている。一般的には、病棟部門（病室等）、外来部門（外来受付、診療室等）、診療部門（検査室、手術室等）、供給部門（薬剤部、給食部等）、管理部門（事務室、医局等）の 5 部門で構成されている。病院の設備およびエネルギーフローを図 5.2.22-1 に例示する。

部門別のエネルギー消費割合を図 5.2.22-2 に示す。病院は各部門によって運用時間や負荷密度が大きく異なっている。病棟部門と診療部門のエネルギー消費が多く、それぞれ 3 分の 1 程度を占めている。診療部門の中でも放射線部門は、外気負荷は小さいが、内部発熱が大きいため、年間冷房が必要である。RI 管理区域（核医学部門）や剖検査室などは一般に全外気方式を採用するため、外気負荷の影響が多くなる。また、供給部門や厨房部門は、病院全体の中に占める面積は少ないが、エネルギー消費割合は 5〜10%程度を占めており、負荷密度が高くなっている部門である。近年では、医療情報システムの発達でさまざまな部門に OA 機器が設置されるため、内部発熱は増加傾向にある。特にサーバー室が設置されると年間冷房が必要となり、発熱処理も検討する必要がある。

図 5.2.22-3 に用途別エネルギー消費割合の例を示す。病院は 24 時間稼働しているため、空調設備の運転時間が長く、換気のための外気負荷が大きいことや室内発熱が大きい室が多いため、冷暖房の熱源エネルギーの割合が高く、3 分の 1 程度を占める。

ノート

医療機器や OA 機器から発生する内部発熱は、近年増加傾向が見られます。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

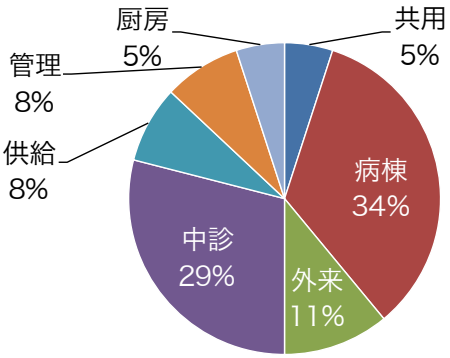


図 5.2.22-2
部門別エネルギー消費割合の例

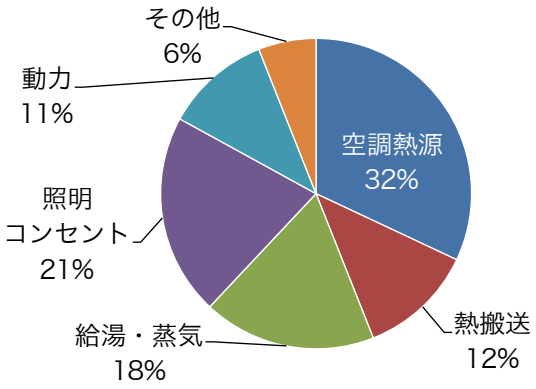


図 5.2.22-3
用途別エネルギー消費割合の例

熱源系のポンプ、空調系のファン動力は、空調運転時間が長いこともあり、熱搬送のエネルギー消費は 12%を占める。入浴や洗面、厨房、洗濯、医療用の滅菌のための給湯・蒸気の使用が多く、給湯・蒸気のエネルギー割合は 18%を占めている。医療機器の電源や医療用情報端末などの高度 OA 化にともない、照明・コンセント負荷の割合が高くなってきている。照明・コンセントのエネルギー消費割合は 21%を占めており機器発熱が多くなることで、空調負荷も増加していく傾向にある。換気ファン動力、エレベーターによる搬送システムなども運転時間が長いため、動力エネルギーの消費割合は 11%を占める。

2．病院に特有なエネルギーロスの例

- 医療環境における高度な空気清浄度の確保や汚染物質の拡散防止のために多量の外気導入が必要となるエリアにおいては、外気負荷が増大する。
- 高度な空気清浄度の確保に伴う換気量の増加、さらには高性能フィルター採用による空気抵抗の増加により、送排風機の動力が大きくなる。
- 病棟を中心に年間の空調運転時間が長い。
- 放射線部、中央検査部、手術部等では、室内の機器発熱負荷が大きく年間冷房を要する。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

- 病院の設備には病院感染の防止、非常時における高い信頼性および安全性の確保など他の施設にない特別な条件が加わる。省エネルギーを優先するあまり、施設内が不衛生になったり、室内環境が悪化したりするような設計および運転・管理をしてはならない。
- 季節や時間等による最適な空調・換気方法の検討が重要である。
- BCP 対応として、同一ユーティリティに対し複数種類の供給方法で対応している場合がある。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
空調	昼間に対して夜間電力比率が高くないか。夜間常時稼動の必要性は考慮されているか	運用改善	必要性を吟味して不要な機器を止めたり、間欠運転したりする（倉庫、受水槽・機械室の換気、夜間の滅菌蒸気系等）	
	室内空気圧の変動があまり問題にならない場合に、人員密度に応じて送風量を変化させているか	部分更新・機能付加	夜間待合室などで混む時間帯がほぼ固定されるような場合を対象としたVAV（可変風量）方式の導入	240221
	ダクトや空調機内部の空気抵抗の低減を図っているか	設備導入	超低速ダクトの採用、空調機内風速の見直し	
	デマンド制御のための空調システムの改善		氷蓄熱式空調システムの導入（共用部）	
	空調に関するその他の対策 ☞ 5.3.1 空調システム			
ボイラー	排水、冷却塔冷却水熱、コージェネレーション等の排熱を活用しているか	部分更新・機能付加	排熱を活用し、給湯の予備加熱、蒸気の給水加熱等に活用（排熱活用によりシステムの信頼性を落とさないような対策であるか十分確認する）	121231
	年間を通じて十分な熱負荷があるか	設備導入	コージェネレーションの導入（非常時対策に活用できる可能性がある）	300311
	ボイラーに関するその他の対策☞ 5.3.2 蒸気システム			
厨房設備	ガス調理による排気量が多くないか（臭気の拡散防止のために過剰排気となり、建物内の空気を引き込んでいないか）	部分更新・機能付加	インバータ制御で不要時の排気風量を削減（建物内の空調負荷削減にもなる）	240221

ノート

熱源機器周りの省エネでは、機器単体の高効率化を求める以上に、低負荷運転時におけるシステム全体の効率向上について考慮する必要があります。

ノート

病院のように電力とともに多くの熱を消費する施設では、コージェネレーションは有効な対策となり得ます。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
昇降設備	エレベーターの利用者数、時間ごとの利用頻度は適切か	運用改善	エレベーターの間引き運転	280111
	エスカレーターの利用者数、時間ごとの利用頻度は適切か	部分更新・機能付加	エスカレーター間引き運転（人感センサーの設置等）	280221
	老朽化したエレベーターを使用していないか		インバータ制御エレベーターの導入	280211
電力	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511
	デマンド管理は適切に行なわれているか	設備導入	氷蓄熱式空調システムの導入（共用部）	
EMS	EMS 等を導入して見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311

ノート

空調システムを効率的に維持・保守するために BEMS 等の運転管理支援システムの導入を検討しましょう。

参考文献

[1]『CO_2削減ポテンシャル診断ガイドライン　第１版』（環境省）。

[2]『病院空調設備の設計・管理指針(HEAS-02-2004)第 6 章』（日本医療福祉設備協会）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.23　廃棄物処理業

1．廃棄物処理業の工程とエネルギー消費の概要

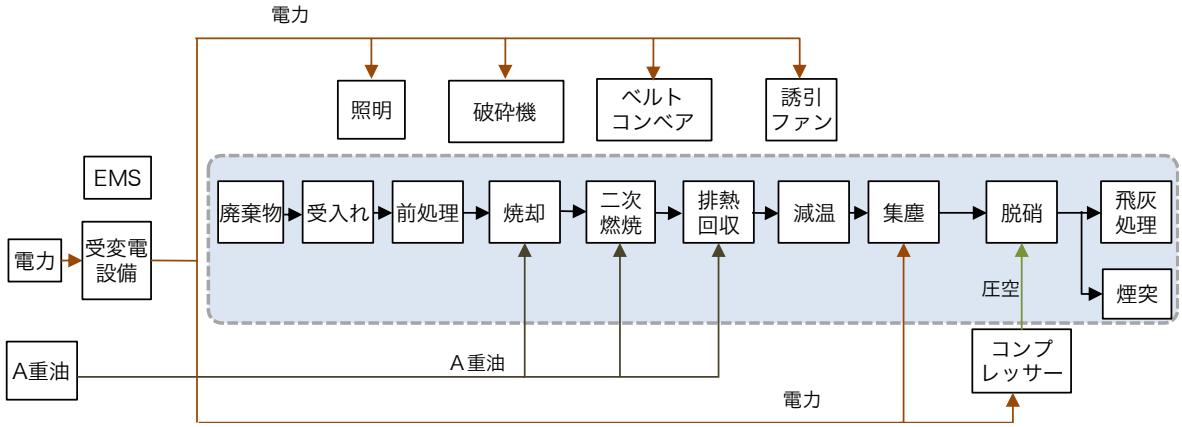


図 5.2.23-1　廃棄物処理業の工程とエネルギーフローの例

廃棄物処理とは、「廃棄物処理法」によると、事業活動にともなって生じる産業廃棄物と、それ以外の一般廃棄物の収集・運搬・中間処理・最終処分とともに排出の抑制と分別・再生をすることである。

本章では、焼却炉を設置し廃棄物減容と最終処分を行なう廃棄物処理業を対象とした。廃棄物処理の工程とエネルギーフローの一例を図 5.2.23-1 に示す。

収集される廃棄物の性状には不明確なものが多い。そのため焼却には助燃用の燃料を必要とする。助燃材の使用量は多く、またバラツキも大きい。廃棄物を効率的に自ら燃焼させることが助燃燃料の使用削減には必要である。発熱量の異なる廃棄物を分別し、燃焼を組み合わせることは助燃材の使用量削減に大きく貢献する。廃棄物の最終処分には、集塵機等で収集された飛灰を原料とした二次製品を製造している施設もある。

工程別エネルギー消費割合の例を図 5.2.23-2 に示した。焼却炉の助燃用燃料の使用量が多く、全体の 70%を占めている。ごみを減らす運動が年々進み、ごみの収集量が減る一方、発熱量の大きいプラスチック類や紙類が減少し、水分の多い家庭用ごみの割合が増える傾向にある。自己発熱の減った分が助燃燃料の使用量増加につながっている。

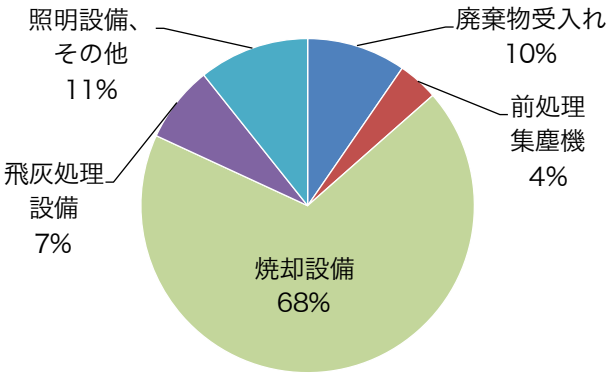


図 5.2.23-2
工程別エネルギー消費割合の例（原油換算）

ノート

焼却炉の助燃用燃料が使用エネルギー全体の 70%を占めています。発熱量の異なる廃棄物を分別し燃焼を組み合わせることで助燃材の使用量を減らせます。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

2．廃棄物処理業で発生するエネルギーロスの例

●焼却炉の助燃燃料投入にともなうエネルギーロス

廃棄物の熱量が不明なために焼却開始前の予熱が長めに設定される傾向があり、燃料の過剰消費につながっている。

操業終了時に焼却炉に残っている廃棄物の処理のため助燃する必要があるが、必要以上に燃焼させる傾向があり、過剰燃焼がエネルギーロスとなる。

ダイオキシン発生防止には定められた温度と時間があるが、安全を重んじるあまり、必要以上に高温にする傾向があり、その時の過剰燃焼がエネルギーロスとなる。

●誘引ファンにおけるエネルギーロス

誘引ファンは廃棄物の焼却に必要な空気の供給を吸引によって行なっており、燃焼系のバランスを担う重要な働きをしている。風量調整をダンパーの開度調整で行なうため調整範囲に余裕を持たせている。そのためダンパーを大きく絞って運用される傾向があり、ダンパーの絞り抵抗がエネルギーロスとなる。

●照明設備に伴うエネルギーロス

点灯時間の管理が不十分だと、操業前の準備時間や操業後の清掃時間に不必要なエリアで照明が行なわれがちである。不要時の照明電力がエネルギーロスとなる。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

●焼却炉がある場合、助燃材の削減がポイントとなる。

●焼却炉の燃焼管理には燃焼に必要な給気と排気のバランスが重要である。

●操業時は、ダイオキシン発生防止の温度管理を最優先させる必要がある。

●廃棄物処理は屋外の作業場であることが多く、粉塵の発生を伴う設備があり、また、騒音や振動も大きい。そのため、設備・機器の導入にあたっては防塵性や耐振性に配慮することが重要である。

●誘引ファン等のモーター類の電力消費が大きいため、モーターの効率的な運用が重要である。

●排ガスの温度が高いため、熱回収の可能性を検討する

ノート

電動機（モーター）は、集塵機、焼却炉のファン、破砕機、ベルトコンベアなど各所で使用されています。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
集塵	バグフィルターの逆洗間隔や回数が過剰でないか（工場エアを過剰に使用している）	運用改善	フィルターの差圧をみて適正化を行なう	
	集塵機の容量が過大でないか（必要最大容量で設置されていることが多い）	部分更新・機能付加	過大であればインバータによる回転数の制御を行なう	240221
	電動機に関するその他の対策　☞　5.4.4-1　電動機（モーター）			
焼却	廃棄物が効率よく自ら燃焼しているか	運用改善	燃焼効率の向上、廃棄物の分別管理	
	廃棄物の投入量と燃焼温度は適切か		廃棄物の燃焼管理を徹底する	
	排気・冷却ファン等が使用されている場合、風量調整や冷却時の運転時間短縮等が適正に行なわれているか	部分更新・機能付加	風量をファン・ブロワーの運転台数制御やインバータ制御で適正化する	240221
	焼却排熱を有効利用していないか		燃焼空気の予熱を行なう排熱回収熱交換器（レキュペレーター）の導入	250211
	焼却熱が利用できないか	燃料転換	温水プールへの利用や、周辺地域への温水の配布、発電等を検討する	
減温	減温塔の焼却熱が利用できないか	燃料転換	温水プールへの利用や、周辺地域への温水の配布、発電等を検討する	

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
破砕機・ベルトコンベア	投入物がない時に運転していないか	運用改善	投入物がない時は停止する（自動発停制御の導入）	240111
	断続運転していないか		連続運転になるように処理を集約し、工程間の短縮調整を行なう	
	負荷が小さい時でもフル稼働していないか	設備導入	電動機のインバータ化（負荷変動に追随して運転）	
	電動機に関するその他の対策 ☞ 5.4.4-1 電動機（モーター）			
EMS	EMS を導入して見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311
電力	電気事業者の見直しで CO_2 削減	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.2.24　事務所・ビル

1．事務所・ビル（オフィスビル）の設備とエネルギー消費の概要

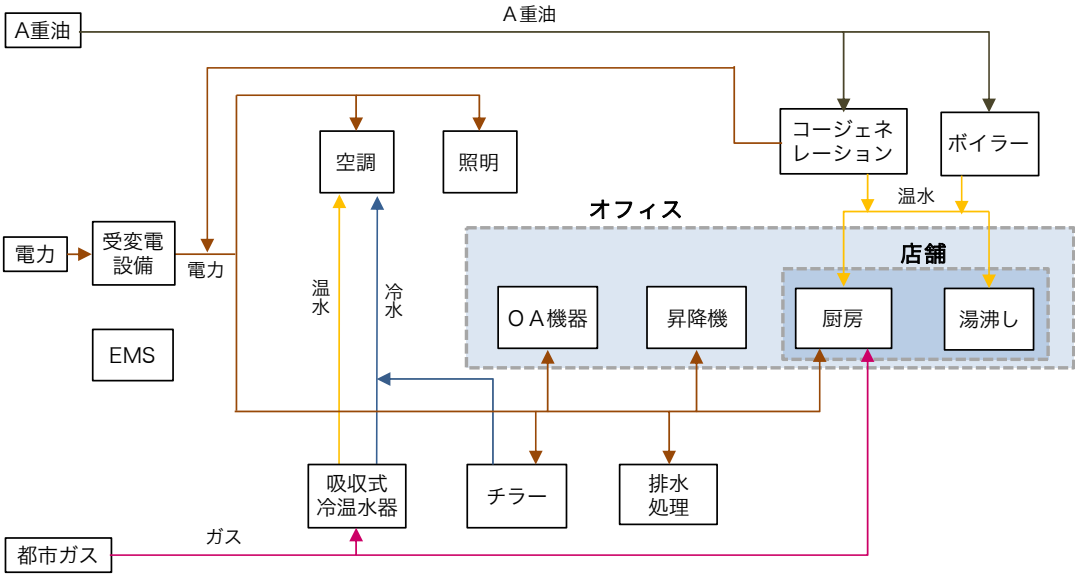


図 5.2.24-1　オフィスビルの機器とエネルギーフローの例

オフィスビルは規模が大きくなるほど店舗等の一般オフィス以外の面積比が大きくなり形態が多様化する。オフィスビルの機器とエネルギーフローを図 5.2.24-1 に例示する。図 5.2.24-2 には、35,000m^2 程度のオフィスビルを例に、部門別消費エネルギー割合を示す。

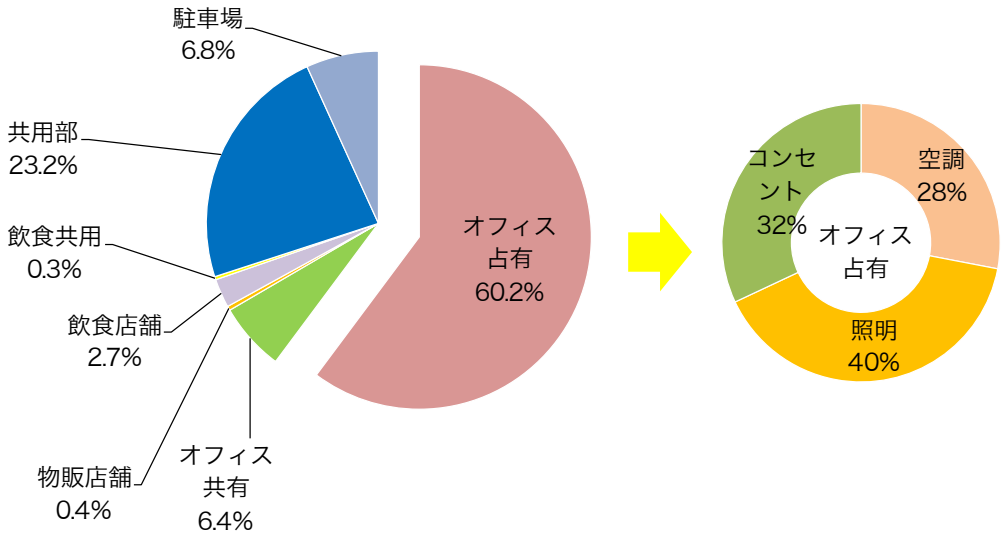


図 5.2.24-2　オフィスビル部門別エネルギー消費割合の例

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

ノート
事務所・ビルではエネルギー消費の約 7 割を占める空調、照明の省エネルギーが重要です。

また、用途別のエネルギー消費は、下表の通りである。

エネルギー用途区分	主なエネルギー消費機器
熱源	冷凍機、冷温水機、ボイラー、冷温水ポンプ、冷却塔
熱搬送	冷温水２次ポンプ、空調機、ファンコイルユニット
給湯	ボイラー、循環ポンプ、電気温水器
照明・コンセント	照明器具、事務器具
動力	エネベーター、エスカレーター、揚水ポンプ、駐車場ファン
その他	トランス損失、店舗動力

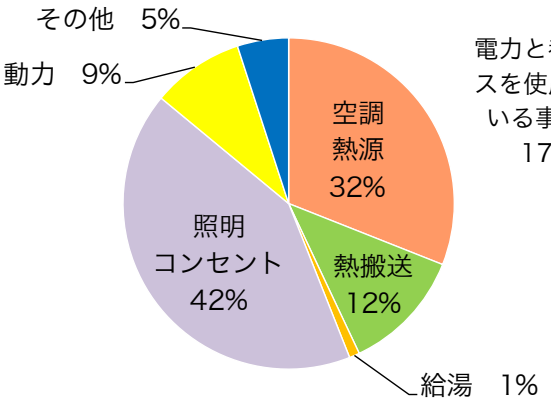


図 5.2.24-3
用途別のエネルギー消費割合の例

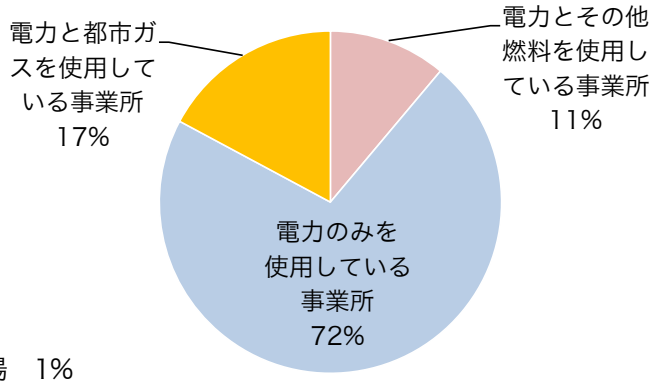


図 5.2.24-4
エネルギー使用状況別

2．発生するエネルギーロスの例

- テナントオーナによる空調、照明の過剰設定（時間、範囲、設定値）。
- 空調、給湯、照明、電気などオフィス専用部以外の共用機器のメンテナンス、チューニング不足。
- 始業時間前の空調の急激なウォーミングアップに伴うエネルギー過剰消費。

ノート
ビルオーナーとテナントの協力が大切です。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

- ビルにテナントが入居して業務を行なっている場合、照明、空調等はビルの付帯設備として供給されている。したがって、テナントがこれらの既存設備への自主的な省エネの取組みを実施することが難しい場合があるので、協力を得ながらビル全体での CO_2 排出削減、省エネの啓蒙活動を進める必要がある。
- 事業者（ビルオーナー）が、エネルギー使用状況を把握して、内容を分析したうえで事業実態に合わせた目標、CO_2 排出削減、省エネの計画を策定することが重要である。
- ビルの屋上は、空調機器で占められることが多いが、可能な限り、太陽光発電設備・蓄電池を設けて照明などの電力をまかなうことが求められている。
- エネルギー管理の観点から照明と OA などのコンセント機器を別計量で管理することが望ましい。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

●ビルの省エネルギー性能を飛躍的に高めるZEB*1の普及を目的とした技術開発が進められており、対策検討にあたっては常に先進的技術の導入に努めることが望ましい。

*1 ZEB
☞ 用語解説

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
ＯＡ機器	不要時や不使用機器の電源が切断してあるか	運用改善	OA 機器待機電力削減	230111
		部分更新・機能付加	スイッチ付タップ	
	消費電力の少ない機器が使用されているか	設備導入	概して新しい機器のほうが消費電力は少ない。L2-Tech 機器やトップランナー基準を満たす機器採用	
	その他の OA 機器に関する対策　☞　5.4.3　OA 機器			
昇降機	閑散期にエレベーターの運転台数削減制御を実施しているか	運用改善	閑散期のエレベーターの一時停止	280111
	インバータ制御を導入しているか	部分更新・機能付加	昇降機のインバータ制御	280211
	群管理制御を導入しているか		群管理制御（最適な乗車率と待ち時間)	
ボイラー	年間を通じて十分な熱需要があるか	設備導入	高効率コージェネレーションの導入	300311
	ボイラーに関するその他の対策　☞　5.3.2 蒸気システム			
電力	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511
EMS	EMS 等を導入して見える化、ロス把握を行っているか	設備導入	EMS の導入	320311

参考図書

[1]『CO_2削減ポテンシャル診断ガイドライン　第１版』（環境省）
[2]『オフィス空間の省エネルギー対策』（東京都環境局）
[3]『オフィスビルの省エネルギー』（省エネルギーセンター）

用語解説

1）ZEB

ZEB（Net Zero Energy Building）とは、

1. 建築構造や設備の省エネルギー
2. 再生可能エネルギー・未利用エネルギーの活用
3. 地域内でのエネルギーの面的（相互）利用の対策をうまく組み合わせることにより、エネルギーを自給自足し、化石燃料などからエネルギー消費量がゼロ、あるいは、おおむねゼロとなる建築物のこと。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.3　システム別の診断ポイントと対策技術

5.3.1　空調システム

1．システムと機器構成のイメージ

空調システムは、セントラル方式と個別方式に大別される。

1）セントラル方式

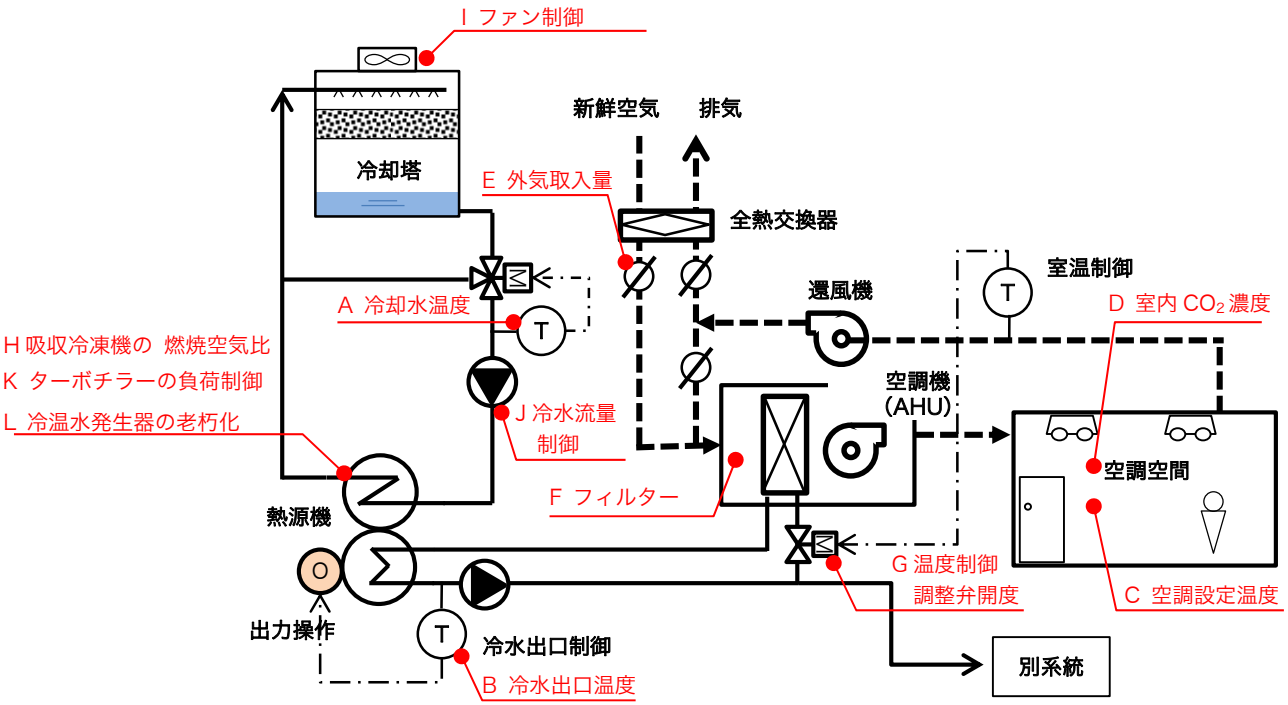


図 5.3.1-1　セントラル空調方式のシステム構成例

セントラル空調システムは、主に大規模空調に採用されており、空調の質が高いこと、ならびに集中管理による管理・メンテナンスの容易さを特徴とする。同システムは、①熱源設備、②空調機設備、および③熱搬送設備により構成されている。①熱源設備は、空調機に供給する冷水または温水（あるいは蒸気）を製造する設備である。

冷水製造設備をチラーといい、ターボ冷凍機、吸収冷凍機、水冷チラーおよび空冷チラーがある。温水製造設備としては温水ボイラーの他、空冷ヒートポンプチラーや冷温水発生機のような冷暖兼用設備がある。冷温水発生機は、駆動源がガスや A 重油等の燃料であり、電力のデマンド対策として大型ビルに採用されるケースが多い。ターボチラーは冷房専用ではあるが、高性能のため大規模冷房用に多く採用されている。空冷ヒートポンプチラーは冷暖兼用で省エネ性能にも優れている上、空冷のためメンテナンスが容易で、近年は多く使われている。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

②空調機設備は、熱源設備からの冷・温水熱をそれぞれ、冷風または温風に変換して空調空間へ移送する設備である。図 5.3.1-1 に示した空調機は、エアハンドリングユニット（AHU）といわれ、室内循環空気の冷却、または加熱の温度調整の他に、加湿、減湿による湿度調整、その他、除塵等空気清浄化処理も行なっている。

さらには、新鮮空気の導入および室内空気の排出（換気処理）も行なう。AHU は、地階等機械室あるいは、各地上階機械室に設置される。もう一つの空調機として窓際等に設置されるファンコイルユニット（FCU）には、通常換気機能はない。また、換気専用の空調機として外調機を用いることがあるが、外調機は効率向上のため、冷媒直膨方式[*1]をとることが多い。

＊1 冷媒直膨方式
空調機で空気を冷却、加熱するための媒体として冷・温水に代えて冷媒を用いるもの。冷・温水を介さず、直接空気を冷却、または加熱するため、冷凍機の性能（COP）を高くできる。コラム「空調システムのロスとエクセルギー」参照。

③熱搬送設備は、熱源設備と空調機、および空調機と空調空間を結ぶ設備で、冷温水を搬送するポンプ、冷温水配管等からなる水搬送システムと、冷温風を搬送するファン、ダクト等からなる空気搬送システムがある。通常、ファンは空調機に内蔵されている。

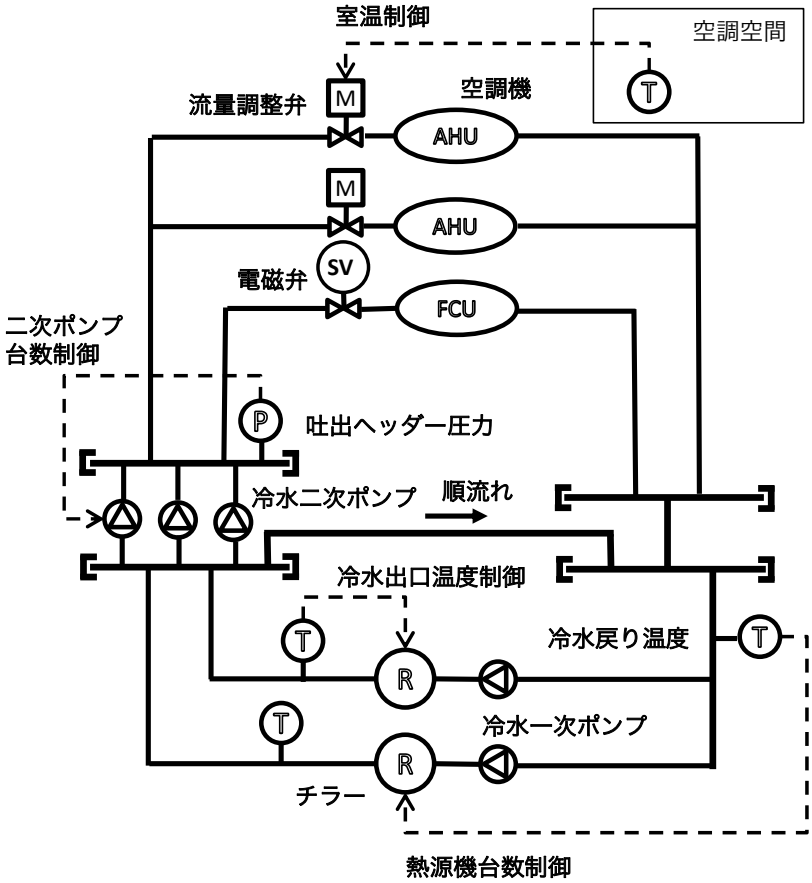


図 5.3.1-2　セントラル空調方式の制御

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

次に、セントラル空調方式の制御について述べる。図 5.3.1-2 に、典型的なシステム構成の場合を示す。セントラル空調方式は、規模が大きいため複数の熱源機を持つことが普通である。また、負荷側（二次側という）においても多くの系統が、多数の空調機を持っている。

チラーの運転制御は、通常、チラーの冷水出口温度が一定（通常 7℃）になるようチラーの容量制御を行なう。チラーが容量制御機能（ターボ冷凍機のベーン制御、スクリュー冷凍機のスライド弁制御や冷温水発生機の溶液循環量制御等）を持たない場合は台数制御を行なうことになる。複数台あるチラーの台数制御は、冷水戻り温度（図 5.3.1-2 参照）が一定になるよう行なう。冷水戻り温度は、チラーの冷却能力と空調機負荷の大小関係を反映しているので、この温度のトレンドを診てチラーの増減を決定する。

一方、空調機の運転制御は、室温が一定になるよう空調機の能力制御を行なう。空調機の能力制御は、通常、空調機への冷温水量を流量調整弁で制御する。ここで、空調空間が複数ある場合は、空調空間からの戻りダクト内温度を室温とみなしている。空調空間が複数ある場合の室温制御は、送風量を可変にする VAV 制御を行なうことが多い。

これら空調機へ冷温水を送水する冷水二次ポンプの台数制御は、吐出ヘッダー圧力を一定に保つように行なう（図 5.3.1-2 参照）。

ノート

チラーの台数制御の検討では、多くのチラーが低負荷で同時運転していないか、確認します。

運転台数を集約した方が省エネになる場合が多い。

2）個別空調方式

個別空調とは、部屋ごとに空調機を設置する方式で、熱源からの熱搬送に原則、冷温水を使用せず冷媒によるものをいう。部屋ごとに運転制御が可能で、個別対応に優れ、利便性に優れている。また、搬送動力が不要で、冷媒直膨のためシステム COP も高い。近年は、大規模ビルにも多く使われるようになっており今後は、ビル空調の主力となっていくであろう。

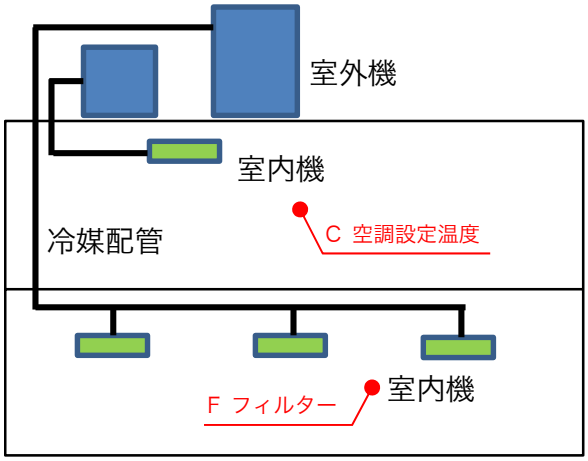


図 5.3.1-3　個別空調方式のシステム構成例

ノート

リモコンが部屋の入口外側壁に設置されていて、室温制御のための温度センサーがリモコン内にある場合が稀にあります。これは初歩的なミスですが注意したいところです。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

コラム

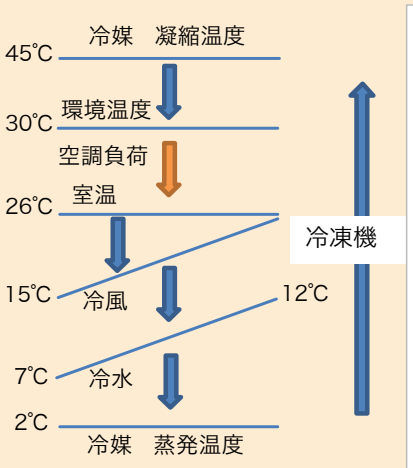
空調システムのロスとエクセルギー

冷房に必須である冷凍機のエネルギーロスは通常の熱勘定では把握できず、エクセルギー（有効エネルギー）の概念を用いて初めて正しく理解することができる。ここでは熱力学的な厳密性には目をつむり、エクセルギー評価について簡易に説明する。

エクセルギーとは、環境の温度と温度差のある熱エネルギーを有効と認め、その有効度を測る指標である。有効度は、まったくロスのない理論サイクル（カルノーサイクル）を実施したときに熱エネルギーから得ることのできる機械仕事の大きさで測られ、その量は環境との温度差に比例する。逆に、逆カルノーサイクルを実施してこのエクセルギーを得ようとすると、その環境との温度差に比例した仕事が必要となる。すなわち、実際の冷凍機においても冷熱を得るには、そのエクセルギーの大きさ（環境との温度差）に比例した動力が必要になるということである。

図は、外気温度 30℃の環境下に室温を 26℃に維持する冷房運転のエネルギーの流れと各流体の持つエクセルギーをセントラル空調システムについて示したものである。室温を維持するためには、30℃の環境から 26℃の室内に流れ込む熱と内部発熱とからなる冷房熱を除去しなければならない。室内から冷風、冷水、蒸発冷媒と温度の高い方から低い方へ冷房熱を移動させた後、冷凍機で冷媒ガスを圧縮し、環境温度より高い凝縮温度まで高めて、冷房熱と圧縮機動力熱を合わせた冷房排熱を環境に廃棄している。そして、この圧縮のために冷凍機は動力を消費している。図の右側には、冷房負荷 1kW の熱エネルギー流に対する各低温流体のエクセルギー流を示した。これをエクセルギー評価すると、空調空間の小さなエクセルギー（13W）の維持のために蒸発冷媒が持つ大きなエクセルギー（92W）を消費し、圧縮機に過大な負荷をかけていることが分かる。

これは、図に示した通り冷風や冷水をつくるための熱交換器が介在しているために冷媒の蒸発温度が押し下げられていることによる。これより、熱交換器の数を減らすこと（パッケージ空調機では、冷水が介在しない）、および熱交換器で生じる 2 流体の温度差を小さくすることが冷媒蒸発温度を上げること、すなわち冷凍機の省エネである。したがって、冷凍機のロス分析においては、熱交換器で失われるエクセルギー解析が重要になる。なお、凝縮温度を下げることが重要であることは論を待たない。



冷房負荷　Q=1kW
環境温度　To＝30℃＝303K
室温　　Tr＝26℃＝299K
冷風温度　Ta＝(26+15) /2＝20.5℃
　　＝293.5K
冷水温度　Tw＝(7+12) /2＝9.5℃
　　＝282.5K
蒸発冷媒　Te＝2℃＝275K
冷熱エクセルギー
　　E ＝ (To−T) /To×Q　　(1)
ここで、E　：冷熱エクセルギー
　　To：環境温度（K）
　　T　：各流体温度（K）
　　Q　：冷房負荷
これより、各流体のエクセルギー流は、
　室内空気：　　13W
　冷風：　　31W
　冷水：　　68W
　蒸発液冷媒：　92W

図　冷房過程の温度と冷熱のエクセルギー

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

2．空調システムに特有なエネルギーロス

●空調設定温度の過剰によるエネルギーロス

冷房設定温度が低めに、また暖房設定温度は高めに設定される傾向がある。

これら過剰な空調は熱源機のエネルギー消費を増大させる。

●過剰換気によるエネルギーロス

換気風量は、最大負荷で設計されている。負荷量（在室人数）に応じて、換気量が過大にならないよう注意が必要である。

●搬送設備によるエネルギーロス

空調機のフィルターが目詰まりすると必要風量を確保することが難しくなる。その結果、冷媒の凝縮温度の上昇（暖房時）、蒸発温度の低下（冷房時）が生じ、冷媒直膨の場合、コンプレッサーの負担が増加する。

●熱源機におけるエネルギーロス

冷凍機使用の熱源機では、冷水から熱を奪い、その熱を高温にして冷却水（水冷）または外気（空冷）へ放出する。これらの熱移動が少ない温度差で、スムーズに行なわれるような環境を整えなければならない。

3．エネルギーロス把握のための計測方法

空調システムの計測箇所を図 5.3.1-4 に例示する。

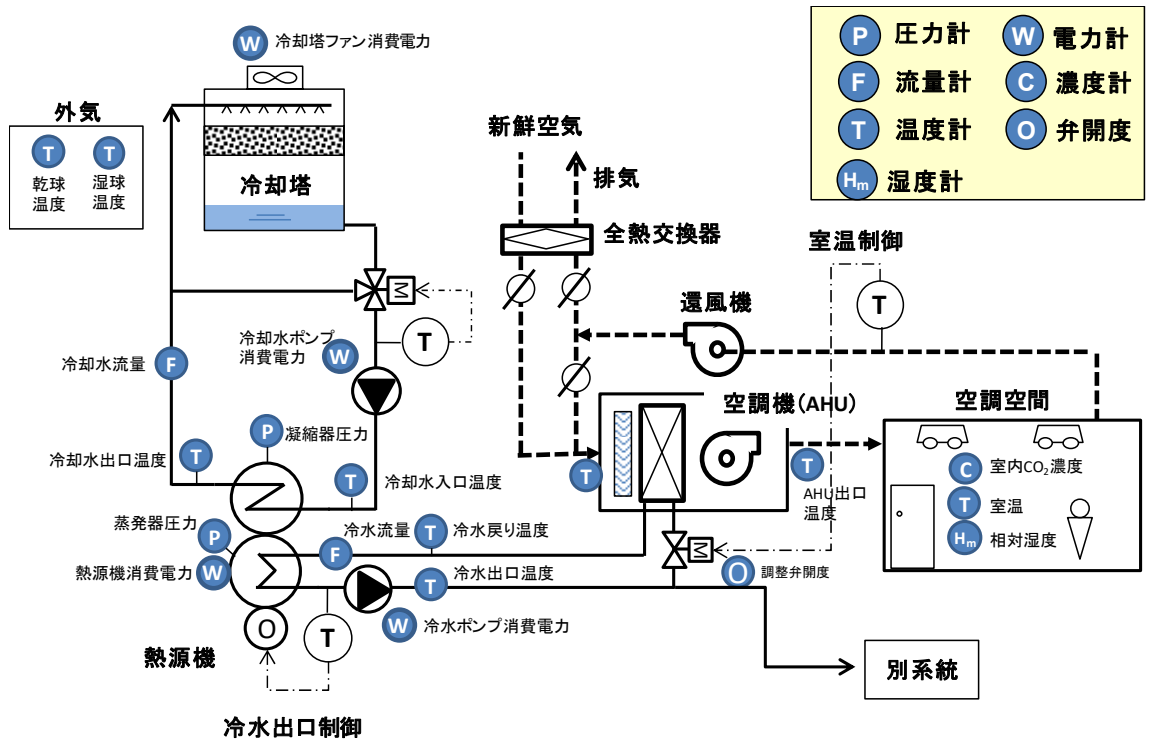


図 5.3.1-4　空調システムの計測箇所の例

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

＊2 アプローチ
熱交換器の出口における 2 流体の温度差である。
出口とは、2 流体の温度差の小さい方を言う。
蒸発器：冷水出口温度－蒸発温度
凝縮器：凝縮温度－冷却水出口温度

1）発生段階のロス把握

●チラーのロス把握のための計測

チラーのロス防止は、2 つの熱交換器、すなわち蒸発器と凝縮器における熱交換のための温度差の拡大によるエクセルギーロスの増大を避けることである。熱交換のための温度差は、アプローチ*2 で評価できるが、その値は、設計思想により大きく変わるので、その適正値は一概には言えない。また、チラーの負荷率にも大きく影響されることにも注意が必要である。ただ、表 5.3.1-1 に示す値の上限を上回る場合は注意が必要である。

熱交換器における冷媒温度の計測は、圧力の読み取り値をその飽和温度*3 に換算して行なう。圧力計の取り付け位置は、圧縮機の吐出と吸入で、それぞれの飽和温度が凝縮温度と蒸発温度となる。

ノート

空冷式凝縮器では空気の出口温度は稀にしか計測されないため、アプローチという考えはあまり用いられません。表 5.3.1-1 では、凝縮温度の標準範囲を示しています。

表 5.3.1-1　チラーの熱交換器のアプローチの値

熱交換器		アプローチの値
蒸発器	乾式	3～5℃程度
	満液式	1～3℃程度
凝縮器	水冷式	1～3℃程度
	空冷式	凝縮温度＝外気温度+10～15℃程度

●**冷却塔のロス把握のための計測**

冷房排熱の放出先であるチラーの冷却水温度を低く保つことも省エネのために重要である。冷却水温度は外気の湿球温度に依存し、最大負荷時にアプローチ（冷却塔出口（冷却塔タンク内）の冷却水温度－外気湿球温度）が 5℃以下に保たれているかの確認が必要である（通常、アプローチ＝5℃になるよう冷却塔は選定される）。外気の温度・湿度の計測にはアスマン温湿計が使用される。

＊3 **飽和温度**
冷媒の種類ごとに用意されている「冷媒の熱物性表」に記されている。
通常、温度に対して飽和圧力（絶対圧力）が記載されているので値の補間処理が必要となる。

表 5.3.1-2　冷却能力計測の対象となる熱源機の消費エネルギーw

熱源機	測定対象
遠心（ターボ）冷凍機 スクリュー冷凍機	圧縮機駆動用電動機及び附属機器（運転中に作動する油ポンプ、インバータ装置とその制御回路等）の電力消費量
吸収冷凍機	冷凍機が消費する都市ガス、液化石油ガス、油、蒸気、加熱用温水などの流量 内蔵電動機及び制御回路の消費電力量
ガスヒートポンプ	ガスヒートポンプが消費するガス量と消費電力

●熱源機の冷却能力の計測

冷却能力を計測するための冷水流量、冷水出・入口温度、並びに性能を評価（COP の取得）するためのエネルギー消費量の測定を行なう。測定対象とするエネルギー消費量は熱源機の種類に応じて表 5.3.1-2 のとおりである。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

2）移送段階のロス把握

●チラー凝縮器の出入口温度差の計測

水冷凝縮器の冷却水出入口温度差が小さい場合は、冷却水ポンプの循環量を減少させると省エネになる可能性がある。

●空調機の能力調整弁開度の確認

空調機の能力調整弁開度が、恒常的に小さい場合は、室温調整のための空調機能力が十分足りていることを示している。この場合は、冷水の出口温度を緩和して(例えば 7℃→9℃へ)チラーの消費電力削減、または冷水ポンプ循環量を削減してポンプの消費電力を削減できる可能性がある。

3）消費段階のロス把握

●空調空間の室温、および相対湿度の計測

空調空間の室温、および相対湿度の計測は、過剰空調を避けるために必須である。快適さは、温度だけでなく湿度の影響も大きく受ける。快適さの指標として PMV[*4] があるが、冷房環境において PMV による快適な範囲には幅があり、快適感を維持できる範囲で室内の温・湿度の設定を緩和することにより、冷房負荷の削減が可能となる。

*4 PMV
☞ 用語解説

●室内 CO_2 濃度の計測

室内 CO_2 濃度の計測は、過剰な外気導入を避けるために重要である。

4．対策候補選定時に考慮すべき事項

●空調設定温度の過剰

国の推奨する室温（冷房 28℃、暖房 20℃）に近づけるよう努力する。室内気流の不適当による温度ムラが空調不良の原因である場合もある。サーキュレーターの設置等も検討する。

●過剰換気

給排気量が手動ダンパーで管理されている場合は、小まめにダンパー開度を調整する。室内 CO_2 濃度が 1,000ppm を超えない範囲で、なるべく風量を少なくする。

●搬送設備のロス

フィルターの清掃は小まめに行なう必要がある。熱搬送媒体である冷風（温風）は、必要量が確保されて、その機能を全うする。風量確保は空調システムの性能維持の基本である。

ノート

フィルター清掃の目的は、ファン消費電力の削減ではなく、熱交換器の性能維持です。

●熱源機のロス

以下に注意が必要である。

・冷却水設定温度を必要以上に高くしない。
・空調室外機の通風量を確保する。
・チラー冷水出口温度を緩和する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

５．診断項目とチェックポイント

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
空調機設備	製造環境および作業環境に適した運転時間、温度と湿度等を設定しているか C	運用改善	空調設定温度の緩和（製造環境および作業環境に適合した温度、湿度等を設定する）	113161
	事務所の空調区画、ブラインドの管理、運転時間、温度と湿度等を設定しているか		空調設定温度の緩和 C（運転時間、冷暖房温度、湿度等を設定する。国の推奨温度は、冷房温度 28℃、暖房温度 20℃）	113161
	空調機フィルターは目詰まりしていないか F		フィルターの清掃	112111
	各区画の空気調和設備の起動および停止条件等を設定しているか		作業または業務の開始時刻、終業時刻、作業人数等を踏まえた起動停止条件を設定する	
	空調機の温度制御流量調整弁の開度は小さくないか B、G		冷水出口温度の緩和	111141
			温水出口温度の緩和	111142
	室内 CO_2 濃度が低く過ぎないか D	部分更新・機能付加	CO_2 センサーを利用した外気量自動制御システムの導入	113221
	窓からの侵入熱は十分に低減されているか		熱線反射ガラス、選択透過フィルム、二重構造による外部侵入熱の低減	113271
	換気負荷の低減を図る E 同時に、中間期、冬期の外気冷房を行なう	設備導入	全熱交換器の採用	113311
	冷房と暖房が同時に必要とされる場合、熱回収システムについて検討したか		熱回収ヒートポンプなどの採用	111321
熱搬送設備	流体機械からの漏えいを防止し、配管の抵抗を低減する保守点検を行なっているか 保守点検記録	運用改善	漏洩箇所を補修し配管を清掃し異物を除去する	
	流体機械の吐出圧力および流量の見直しと最適化、負荷に応じた稼働台数の調整、回転数の変更等を設定しているか	運用改善	冷却水流量の適正化	131112
		部分更新・機能付加	ポンプの回転数制御機能の追加	240222
	複数のポンプに関する稼働台数の調整および負荷の適正配分を行なっているか	部分更新・機能付加	台数制御を導入し、必要に応じインバータ制御も考慮する	

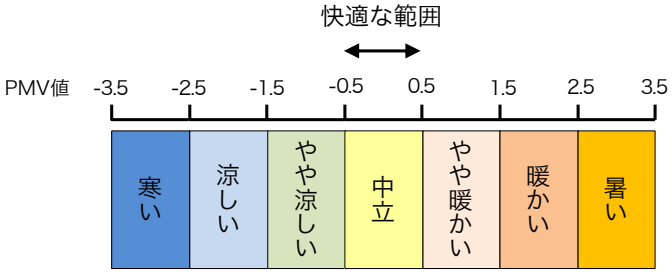
「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
熱源設備	冷却塔の出口温度制御の設定値は適正か A	運用改善	冷却水温度の適正化	111131
	冷温水発生機の燃焼ガス排気の酸素（O_2）濃度は高くないか H		空気比改善（冷温水発生機の運転要領書に規定された範囲に入るよう調整する）	111121
	季節変化による負荷変動に応じた冷温水や冷却水の温度及び流量を設定しているか J		冷却水流量の適正化	111132
	熱源機の保温断熱材は健全か	部分更新・機能付加	損傷した保温断熱材を修復する	122221
	複数の冷凍機に関する稼働台数の調整および負荷の適正配分を行なっているか		台数制御を導入し、必要に応じインバータ制御も考慮する	
	冷却塔の冷却水出口温度制御をバイパス三方弁制御に代えてファン・インバータ制御を行う I		冷却塔ファン・インバータ制御	111241
	パッケージ空調機の老朽化更新	設備導入	高効率パッケージ空調機への更新	111351
	ターボチラーはインバータ化されているか K		高効率インバータターボチラーへの更新	111311
	冷温水発生機は老朽化していないか L	燃料転換	冷温水発生機を高効率空冷ヒートポンプチラーへ更新	111421

用語解説

PMV（Predicted Mean Vote）

人体の熱負荷と人間の温冷感を結びつけた温熱環境評価指数であり、ISO7730（1994）ともなっている。4 つの物理要素（室温、平均放射温度、相対湿度、平均風速）と 2 つの人間側の要素（着衣量、作業量）にもとづいて、人間がその時、暖かいと感じるか、寒いと感じるかを 7 段階評価尺度（「暑い」、「暖かい」、「やや暖かい」、「中立」、「やや涼しい」、「涼しい」、「寒い」）で表す。ISO の基準では、PMV が±0.5 以内となるような温熱環境を推奨している。（出典：日本冷凍空調学会）



「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

コラム

外気温度と空調用消費電力　（冷房の場合）

空調分野の省エネルギー対策による消費電力削減効果を算定するためには、外気条件の考慮が欠かせない。ここでは、パッケージエアコンを例にとり、外気温度による冷房用消費電力の変化を簡便に表すひとつの方法を示す。

（１）　外気温度と冷房負荷率

JIS B8616 2015「パッケージエアコンディショナ」の「期間エネルギー消費効率（APF）算出方法」に倣い、外気温度と冷房負荷率の関係を図１（事務所ビルの場合）の青色カーブのように想定する。なお、冷房負荷率は定格温度（35℃）の冷房負荷に対する比率で表される。

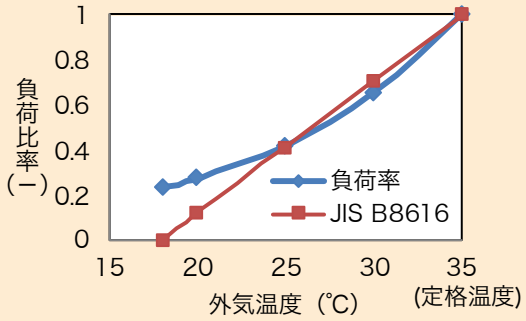


図１　外気温度と冷房負荷率

（２）　外気温度と空調機性能

JIS B8616 2015 パッケージエアコンディショナの表６ 中温性能（p.43）によると、外気温度 35℃の定格性能に対して、外気温度 29℃時は冷却能力が 7.7%増加し、消費電力は 8.6%減少するとしている。両者の比である COP は 17.8%（1.077/0.914＝1.178）向上し、単位温度当たりでは 3%（17.8%/（35℃ - 29℃）≒3%/℃）向上することになる。ここでは、外気温度が 1℃低下すると COP は 3%増加（3%/℃）するとして計算する。

（３）　外気温度と消費電力

空調機の消費電力は、

空調負荷（＝空調機能力）÷COP

で表される。

したがって、上記（１）、（２）より、外気温度に対する消費電力比率の変化は図２の通りとなる。なお、消費電力比率は定格温度（35℃）の消費電力に対する比率で表される。外気温度に対する消費電力比率の関係を回帰式で表すと式（１）のようになる。

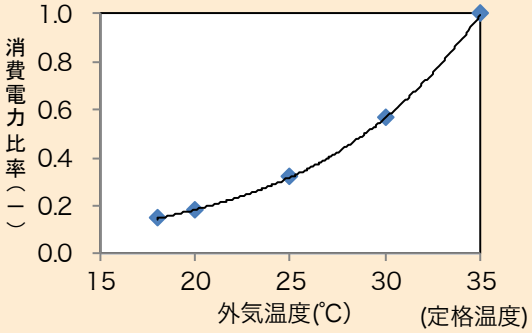


図２　外気温度と消費電力比率

$$\alpha = 8.15*10^{-5} \cdot t^3 - 3.75*10^{-3} \cdot t^2 + 7.119*10^{-2} \cdot t - 0.394 \qquad \text{式（１）}$$

ここで、α：消費電力比率（-）　　t：外気温度（℃）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

コラム

外気温度と空調用消費電力　（暖房の場合）

ここでは、引き続きパッケージエアコンを例にとり、外気温度による暖房用消費電力の変化を簡便に表すひとつの方法を示す。

（4）　外気温度と空調負荷率

JIS B8616 2015　「パッケージエアコンディショナ」の「期間エネルギー消費効率（APF）算出方法」に倣い、外気温度と暖房負荷率の関係を図３（事務所ビルの場合）の青色カーブのように想定する。なお、暖房負荷率は 0℃の暖房負荷に対する比率で表される。

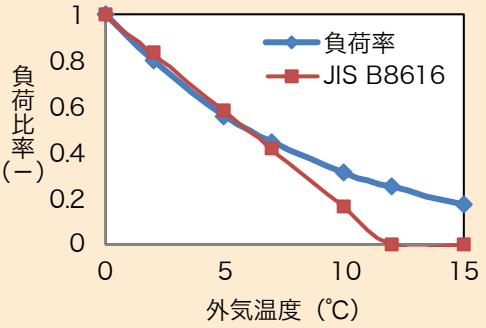


図３　外気温度と暖房負荷率

（5）　外気温度と空調機性能

JIS B8616 2015「パッケージエアコンディショナ」表 A.7 によると、外気温度 7℃の定格性能に対して、外気温度－7℃時は加熱能力が 36%、消費電力は 18%減少するとしている。両者の比である COP は、22%（0.64／0.82＝0.78）低下し、単位温度当たりでは、－1.6%（22%／（7－（－7））≒－1.6%）減少することになる。ここでは、外気温度が 1℃低下すると、COP は 2%低下（－2%／℃）するとして計算する。

（6）　外気温度と消費電力

空調機の消費電力は、

空調負荷（＝空調機能力）÷COP

で表される。

したがって、上記（4）、（5）より、外気温度に対する消費電力比率の変化は図４の通りとなる。

外気温度に対する消費電力比率の関係を回帰式で表すと式（2）のようになる。

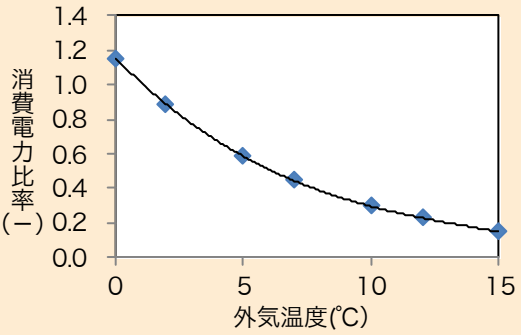


図４　外気温度と消費電力比率

$$\beta = -1.84*10^{-4} \cdot t^3 + 8.39*10^{-3} \cdot t^2 - 0.1515 \cdot t + 1.157 \qquad (2)$$

ここで、β：消費電力比率（－）　　t：外気温度（℃）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.3.2　蒸気システム

1．蒸気システムと設備の概要

A 重油および都市ガス等の燃焼熱を利用し発生させた蒸気を加熱乾燥および発電設備へ供給する機器であり、電気を利用した電気ボイラーおよび電気温水器を除くボイラーとする。

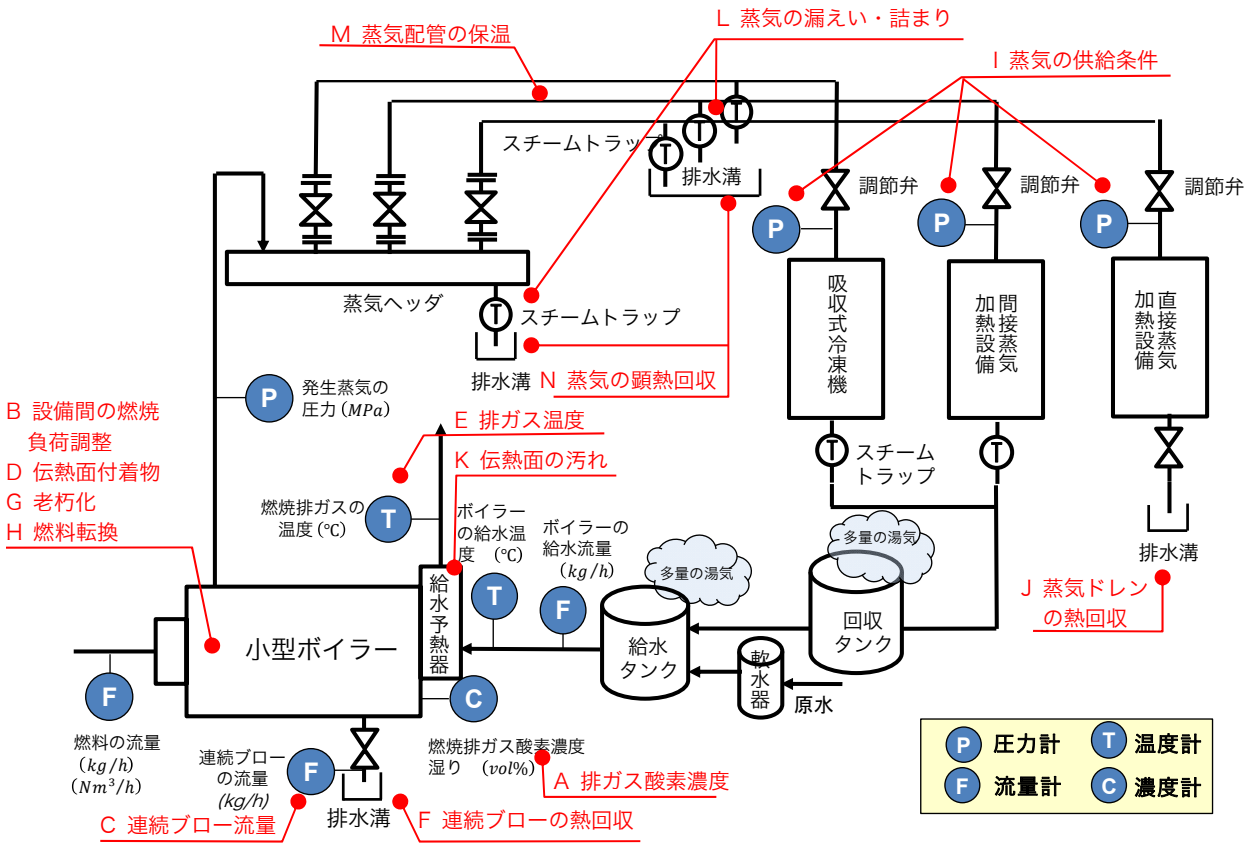


図 5.3.2-1　蒸気システムの機器構成と計測箇所の例

蒸気システムの概念図を図 5.3.2-1 に示す。蒸気ボイラーで製造された蒸気は輸送設備である蒸気ヘッダーから配管を通り、制御弁等で適切な圧力に調整され吸収式冷凍機、間接加熱設備および直接加熱設備へ供給される。加熱に利用され凝縮した蒸気ドレンはスチームトラップから排出される。間接加熱設備から排出された汚染の少ない蒸気ドレンは回収タンクを経由して給水タンクに供給され、軟水器で処理された給水と給水タンクで混合され、ボイラー給水として再利用される。

蒸気を利用する設備である吸収式冷凍機、ジャケット式蒸気釜、コイルチューブ式またはプレート式熱交換器等の加熱熱交換器等を内蔵した間接加熱設備（オフセット印刷機、蒸気ポットスチル）と蒸気を直接製品に吹付けまたは水に吹い込み、食材の茹でまたは蒸し、製品の殺菌滅菌またはゴムの加硫等を行なう直接加熱設備の必要な蒸気圧力および流量に基づき蒸気ボイラーの飽和蒸気圧力および蒸発量と台数を決定

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

する。間接加熱設備では発生する蒸気ドレンは汚染が少なくボイラー給水として利用できる事例が多いが、直接加熱設備で発生する蒸気ドレンには被加熱物の残渣が含まれている。

排ガスの顕熱回収および連続ブローの顕熱回収を行なっていない小型蒸気ボイラーの熱収支を図 5.3.2-2 に示す。燃料の低位発熱量、燃料の顕熱および空気の顕熱が蒸気ボイラーへ入熱であり、エコノマイザーおよび蒸発部で吸収された発生蒸気の吸収熱が蒸気輸送設備へ供給される。燃焼排ガスの顕熱、連続ブローの顕熱および炉体からの放熱が熱損失となる。

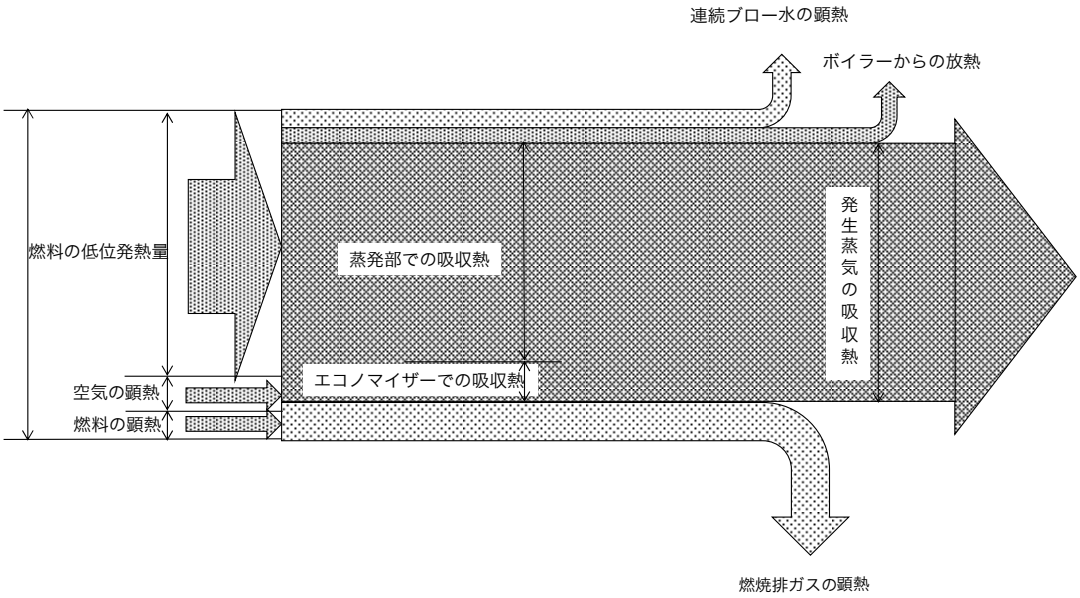


図 5.3.2-2　蒸気ボイラーの熱収支

2．蒸気システムにおけるエネルギー損失の事例

●蒸気ボイラーにおける損失

圧力 0.9MPa、飽和温度 175.3℃の蒸気 2,500kg/h を発生させる効率 88%の蒸気ボイラーを使用している蒸気システムにおける各損失の比率の 1 例を示す。

排ガスの顕熱　11.5%

連続ブローの顕熱　1.0%（連続ブロー率 5%の場合）

炉体からの放熱損失　0.5%

蒸気吸収熱　87%

となり、排ガスの顕熱が最も大きな熱損失である。また、地下水をボイラー給水に利用し硬度成分による障害を防ぐために給水の 15%を連続ブローしていた事例および水質管理基準として採用している電気伝導度 400mS/m に対し、最高

ノート

ボイラー水水質を十分管理しないまま、ブロー量が多い例が散見されます。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

320mS/m にて運転し給水の 11%を連続ブローしていた等の事例も報告されている。

●輸送回収設備における損失

蒸気システムの搬送設備を構成する蒸気バルブ、フランジ、回収タンクおよび給水タンクにおいて、保守点検の容易さを確保するために保温されていない事例が認められる。圧力 0.9MPa 飽和蒸気の温度は 175.3℃であり、蒸気バルブ、フランジの外表面温度が 170℃近くまで上昇し大きな放熱損失の原因となっている。

ノート

蒸気が接する金属部の外気への露出はあってはなりません。すべてに断熱措置を講じるべきです。

●蒸気利用設備における損失

各蒸気利用設備に設定された圧力で蒸気を供給する必要がある。必要以上に高い圧力の蒸気では加熱ムラが起こりやすく、圧力が上昇すると蒸発潜熱が小さくなり間接加熱必要な蒸気使用量が増加する。

蒸気利用設備で発生し加熱を阻害する滞留蒸気ドレンを速やかに排出するため、輸送設備で発生し配管や弁等の侵食を助長する蒸気ドレンを滞りなく排出するため、詰りおよび固着等の動作不良を防ぐために関連するスチームトラップの保守点検を定期的に行なう必要がある。

また、輸送設備および各蒸気利用設備のスチームトラップから排出される蒸気ドレンの顕熱は蒸気ボイラー入熱の 24%に達し大きな熱損失の要因である。

ノート

ドレンは不純物を含まない水であるので、そのまま給水としても利用でき、給水予熱を同様の効果があります。

3．エネルギーロス把握のための計測方法

1）計測記録に関する基本的な注意事項

●計測機器の精度

計測機器の測定値はドリフト*1および経年変化*2により変動し測定誤差の要因となるため、計測に使用する機器類の校正記録および取扱要領書を入手し、精度および計測における注意点を反映した計測記録を行なう。なお、必要な場合には清掃および校正を行ない正確な計測に心がける。

*1 **ドリフト**
一定の環境条件の下で測定量以外の影響によって計測機器の特性が緩やかに継続して変動する現象のこと。

*2 **経年変化**
長期の時間経過に伴って計測器またはその要素の特性に変化が生ずる現象のこと。

●計測期間および頻度

蒸気システムの負荷が大きく変動する運転がなされている場合、過去の操業データから変動の時間変化を把握し、必要な計測期間および頻度を設定する。

2）発生段階のロス把握

蒸気ボイラーにおいて発生しているロスを定量的に評価するために、蒸気ボイラーの燃料流量、発生蒸気流量、熱効率および過剰空気率を求める。

発生蒸気量 Ws はボイラー給水流量 Wb と連続ブロー比 Rb（ボイラー給水基準）から次式で求める。

$$Ws=Wb（1−Rb）$$

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

蒸気の吸収熱量（Qs）および連続ブロー水の加熱に利用された熱量（Qb）を発生蒸気の圧力における飽和蒸気のエンタルピー（hs）、飽和水のエンタルピー（hb）およびボイラー給水のエンタルピー（hw）を用いて次式から決定する。

$$Qs=Ws\times(hs-hw)$$

$$Qb=Wb\times Rb\times(hb-hw)$$

ノート

蒸気ボイラーの熱効率は、燃料の低位発熱量を用いて表されます。省エネルギー法では高位発熱量が使用されているので注意が必要です。

使用している燃料の種類および組成を用いて燃焼計算を行ない、排ガス温度および残存酸素濃度から空気比（α）および排ガス温度基準の熱効率（ηg）求め、ボイラー本体からの妥当な放散熱損失率（β）を用いてボイラーの効率（$\eta=\eta g-\beta$）を決定する。

空気温度および燃料温度が常温（25℃）に近く持ち込む熱量が無視できる場合、ボイラーに供給された熱量（Qi）および低位発熱量*3（LHV）基準の燃料流量（Vf）は

$$Qi=(Qs+Qb)/\eta \quad Vf=Qi/LHV$$

となる。

なお、燃料流量が連続測定され、そのデータを利用できる場合、上記の蒸気の吸収熱量および燃料の低位発熱量を用いて熱効率を決定できる。

$$\eta=(Qs+Qb)/(Vf\times LHV)$$

＊3 低位発熱量と高位発熱量

燃焼ガスには燃料中の水素が燃えて生成される水蒸気が含まれている。生成水蒸気が有する潜熱を含めない発熱量を低位発熱量、含める発熱量を高位発熱量という。

●排ガス温度の測定

熱効率を決定する排ガス温度の測定位置はエコノマイザーの出口（エコノマイザーがない場合は，ボイラー本体または過熱器の出口）とする。

ダクトの縮流、拡大、曲りおよびダンパーなどの下流では流れが乱れ、よどみ領域が形成されるため、正確な排ガス温度および酸素濃度を測定できない。よどみ領域を避け、空気のダクト内への漏れ込みおよびダストの堆積が認められない排ガスの流れが比較的一様に整流された位置にて、温度計のセンサー部分を可能な限りダクトの中心線に近い位置まで突出させて温度を測定する。

複数の蒸気ボイラーが集合煙突にダクトにて接続されている場合、個々の蒸気ボイラーの運転データを分析するため、合流前の分岐ダクト内にて測定する。

ノート

排ガスの温度、酸素濃度は、排ガスの流れが比較的一様に整流された場所の、可能な限りダクトの中心線に近い位置で測定します。

●排ガス酸素濃度の測定

空気比の決定に必要な燃焼排ガスの酸素濃度（vol%）は、測定に使用する計器および方法により酸素濃度の測定値が異なるため、湿り燃焼排ガス基準の酸素濃度か乾き燃焼排ガス基準の酸素濃度であるか確認し分析評価へ反映する。

例えば、ジルコニア式酸素濃度計をダクト内へ挿入して排ガスの酸素濃度を連続測定する場合には水分が共存する状態で測定するため湿り排ガス基準の酸素濃度となるが、排ガス分析装置にジルコニア酸素濃度計を設置している場合、常温まで冷却され除湿した排ガス中の酸素濃度を測定するために乾き排ガス基準の酸素濃度が測定される。

測定位置は排ガス温度の測定と同じ基準にて決定する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

なお、参考に燃料および廃棄物の燃焼、金属精錬、化学反応工程などに伴って、煙道、煙突、ダクトなど（以下、ダクトという）に排出される排ガス中の酸素を分析する方法について規定した JIS K0301：2016 排ガス中の酸素分析方法に記載された表 5.3.2-1 分析方法の種類および概要を添付する。

表 5.3.2-1 分析方法の種類および概要

分析方法	分析方法の概要		
種類	要旨	試料採取	定量範囲
ガス吸収法（オルザット式）	試料ガス中の酸素を酸素吸収液によって吸収させ、試料ガスの体積の減少量から試料ガス中の酸素濃度を求める	直接採取 捕集バッグ	0.2～25 vol % 0.2～25 vol %
ガスクロマトグラフ法	熱伝導度検出器（TCD）または光イオン化検出器（PID)を備えたガスクロマトグラフを用い、絶対検量線法によって酸素濃度を求める	注射筒法、捕集バッグ法または捕集瓶法による試料ガス採取量：100 mL～10 L 程度	TCD：0.1～20 vol % PID：0.1～20 vol %
自動計測法	a)磁気式 b)電気化学式	捕集バッグ法または連続測定	0～5 vol % 0～10 vol % 0～25 vol %

関連 JIS 規格

・JISB8222：1993 陸用ボイラー熱勘定 4.7.2 排ガスの試料採取および分析　排ガスの試料採取位置はエコノマイザーの出口（エコノマイザーがない場合は、ボイラー本体または過熱器の出口）とする。採取方法は JISZ0095 による。排ガス成分の分析には、一般にオルザットガス分析器を用いる。電気式または機械式分析器を用いる場合は、適宜オルザット分析器又は標準ガスによって校正を行なう。
・JISK0095:1999 排ガス試料採取方法
・JISB7983:1994 排ガス中の酸素自動計測器

●給水流量の測定

流量計の取扱説明書および流量測定における注意点に基づき、流量計測の精度を確認し計測記録する。

流量計が設置されていない場合、可搬型の超音波流量計を設置し流量を測定する。各社の取扱説明書に計器の設置方法および測定方法に関する詳細な手順が規定されているので熟読の上作業を行なうこと。

流量測定における注意点を挙げる。

①流量計等は十分な直管部を設けて不均一な流速分布や振動の影響を抑える位置に設置する。一般的に流量計の上流側に呼び径の 5 倍以上の直管部が必要である。

②流量計等は基本的に配管が満たされた状態で計測を行なう。流量計等は必ず下方から上方に液体が流れるように取り付ける。

③地面と水平な配管では配管よりも低い位置に流量計を設置し常に満水とする。

ノート

一般的に、流量測定は上流側に呼び径の 5 倍以上の直管部がある場所において、配管が満たされた状態で行ないます。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

●給水温度の測定

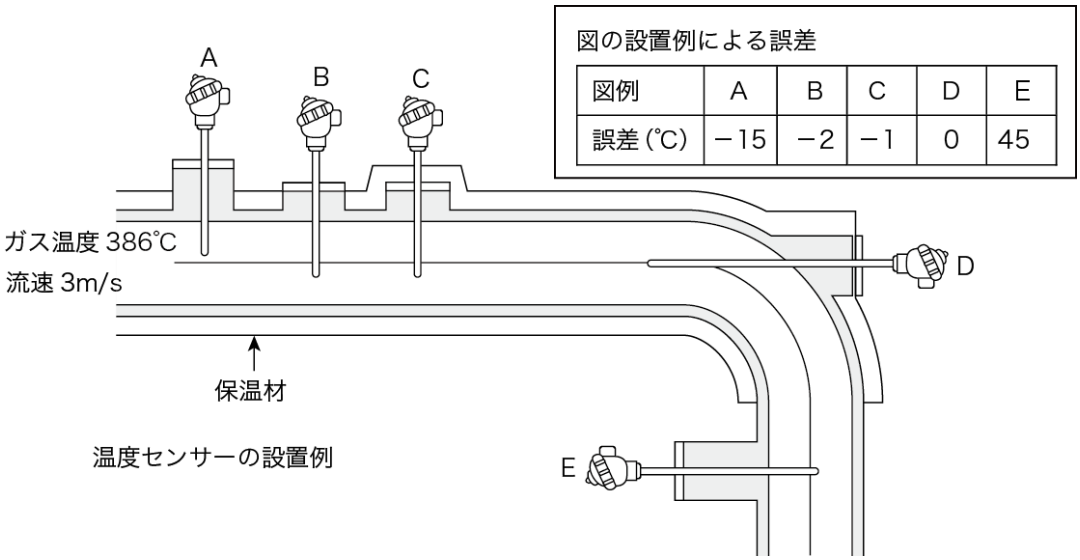
温度計の取扱い説明書および温度測定における注意点に基づき温度計測の精度を確認し計測記録する。

温度計を測定対象に挿入して測定する場合、温度計の保護管は通常、測定対象と外界の両方共に接し、保護管の先端（測温部）温度が外界の影響を強く受け測定誤差を生じる。一般的に金属製保護管の場合、直径の 15～20 倍以上、測定対象に挿入することが必要である。

図 5.3.2-3 にガス温度の測定における誤差を示す。配管の保温材の有無、配管のセンサー取り付け部の大きさ、温度センサー保護管の挿入長によって、測定誤差が大きく違う。Dの設置方法が最適であり、Aでは挿入長が短く、保温材で保温されていない部分が大きいため誤差が大きい。

ノート

温度測定は、金属製保護管の場合、直径の 15～20 倍以上、測定対象に挿入する事が必要です。



*参考文献：温度計測 100 の FAQ　（社）日本電気計測器工業会

図 5.3.2-3　ガス温度の測定における温度計設置方法による誤差の違い

●発生蒸気圧力の測定

ボイラー出口に設置されたブルドン管式圧力計の指示値を現場で確認記録する、または現場表示機能の無い圧力センサーを使用している場合は制御盤にて確認記録する。なお、圧力取り出し位置が発生蒸気圧力を正確に測定できる位置であることを確認する。

JISB8222：1993 陸用ボイラー熱勘定　4.6.3 蒸気圧力の測定　飽和蒸気の圧力はボイラー胴またはそれに相当する部分で測定する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3）移送段階および消費段階のロス把握

●放熱損失の測定

蒸気システムの輸送設備である蒸気用配管、バルブおよびフランジ等からの放熱損失の状況を把握するために、サーモカメラによる立体的な観察を行ない、主要な放熱損失部位を確認し計測した概略温度を分析へ反映する。

4．対策候補選定時に考慮すべき事項

1）蒸気ドレンの回収に関する事項

蒸気ドレンの回収は下記の 2 方法に大別される。

①オープン回収の特徴

オープン回収設備は系統が大気開放のため構成が簡潔となり、フラッシュ蒸気分離後の配管設計圧力を低く設定できる。ドレン回収設備への投資が比較的少ないが、スチームトラップ一次側の圧力が高く、高温の蒸気ドレンをオープン方式で回収する場合、大気へ多量の顕熱が放出され回収効率が低くなる。また、フラッシュ蒸気の白煙が発生して労働環境を悪化させる。

②クローズド回収の特徴

クローズド回収設備はドレンの圧力を維持し回収するため、系統の圧力を維持する必要がある。最小限のフラッシュ蒸気を大気側へ逃がす圧力調整弁の選定し、系統内の配管を二相流配管として設計する必要があり、より複雑な設備となる。回収可能な熱量が大きく省エネ効果が高く、系外へ逃げるフラッシュ蒸気も最小限に抑えられ労働環境面を良好に保てる。

2）排ガスの廃熱回収に関する事項

A 重油に含まれる硫黄含有量の平均値 0.74%の場合、過剰空気 25%にて燃焼させると SO_2 濃度は 353ppm となる。転換率 1.5%にて燃焼排ガス中の SO_3 濃度は 5.3ppm となり、硫酸露点は 138℃と推定される。給水加熱器または空気予熱器の冷端部における硫酸腐食を防止するために、8℃から 14℃の温度余裕を考慮した硫酸露点（146℃から 152℃）以上に保持する必要が生ずる。液体燃料に含まれる硫黄の含有量および硫酸露点を確認し出口排ガス温度を求め空気予熱器および給水予熱器の出口の排ガス温度を設定する必要がある。

3）連続ブローの顕熱回収に関する事項

●適切な連続ブロー率の設定

ボイラー給水の水質により湯垢障害および腐食障害を防ぐために必要な連続ブロー流量を確認し、JIS B 8223:2015 ボイラーの給水およびボイラー水の水質に規定された表3特殊単管式循環ボイラー給水の水質の管理項目および管理値を踏まえ適切な連続ブロー量を決定する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

●連続ブローの顕熱回収

ボイラー水の水質を維持し硬度成分による障害を避けるために、ボイラー給水の5%から 8%を連続ブローする運転における連続ブロー水は不純物を多く含むため、熱交換器にて顕熱を回収する。

４）輸送設備および利用設備（配管と付属品、回収タンク、給水タンクおよび利用設備）の放熱損失低減に関する事項

圧力0.9MPa飽和蒸気の温度は175.36℃であり、保温を施工していない蒸気バルブおよびフランジの外表面温度が170℃近くまで上昇し大きな放熱損失の原因となっている。蒸気システムが屋内に設置されている場合、雰囲気温度の上昇により作業環境を悪化させ、空調設備の負荷上昇の原因となっている。一般財団法人機械振興協会技術研究所による接触による火傷防止の基準「一時的に接触する可能性がある場合、機械装置の表面温度を49℃以下にする」という観点から災害の防止にも貢献する対策である。

JISA9501：2014 保温保冷工事施工標準に従い、放熱損失量および保温仕様（保温の種類、厚さ）を決定する。

５）蒸気ドレンの顕熱回収

スチームトラップから排出される汚染された蒸気ドレンが多く回収利用の利点がある場合は熱交換器にて蒸気ドレンの顕熱を回収する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5．診断ポイントと対策技術

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
蒸気ボイラー	運転要領書に規定された空気比を維持しているか A 計測記録：排ガス中の残存酸素濃度	運用改善	運転要領書に規定された空気比に従い空気比を調節する	121141 121142
	複数の燃焼設備について、燃焼設備全体の熱効率を高く維持するように各設備の燃焼負荷を調整しているか B		燃焼設備全体の熱効率を高く維持するために各設備の燃焼負荷を調整する方法を確立する（台数制御など）	121121
	運転要領書に規定された燃料の供給条件を維持しているか 計測記録：燃料種類、圧力		運転要領書に従って燃料および供給条件を調節する	
	バーナーの汚れの除去、損傷部品の交換がなされているか		バーナー取扱要領書に従って保守点検する	
	ボイラー給水の水質を日本工業規格 B8223 に従って管理しているか		要求基準を確認し管理基準を設定し水質管理を行なう	
	必要な水質を満足する最適な連続ブロー率を設定しているか C 計測記録：連続ブローの流量		ボイラー水質を満足する連続ブロー率を確認調節する	
	ボイラーと熱交換器等の伝熱面に付着した煤塵、湯垢その他の付着物の除去をしているか D		伝熱面の清掃を行なう	
	出口排ガス温度を運転要領書に規定値以下に維持しているか E 計測記録：排ガスの温度		空気比が規定値以下に調節されている場合、伝熱面の清掃を行なう	
	出口排ガス温度が高く効率が88%以下であるか E 計測記録：排ガスの温度	部分更新・機能付加	排ガスの顕熱を回収する。エコノマイザーを設置する。または空気予熱器を設置する	121221 121222
	連続ブローの顕熱回収を行なっているか F		顕熱を回収する熱交換器を導入する	121231
	ポンプ、ファン等の流体機械について、使用圧力および吐出流量の見直しを行なっているか		負荷変動が大きい流体機械へインバータ制御を導入する	240222 240221
	効率95%以上の高効率ボイラーを使用しているか G	設備導入	効率が 95%以上の小型貫流ボイラーへ更新する	121311
	液体燃料焚きのボイラーを使用しているか H	燃料転換	都市ガス焚きの小型貫流ボイラーへ更新する	121421

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
負荷設備	各蒸気利用設備に供給すべき蒸気の温度、圧力および流量を維持しているか [I] 計測記録：供給蒸気の圧力と流量	運用改善	運転要領書に従って供給条件を調節し記録する	
	運転要領書に従い、各蒸気利用設備において蒸気によって加熱される非加熱物の温度および流量を維持しているか 計測記録：非加熱物の温度と流量		運転要領書に従って非加熱物の温度および流量を調節し記録する	
	各蒸気利用設備の伝熱面に付着した湯垢その他の付着物の除去をしているか 保守点検記録		熱交換器等の伝熱面を清掃する	
	保温が損傷し保温の未施工部分があるか 保守点検記録	部分更新・機能付加	保温を修復し、必要な部位に保温を施す	121211
	各蒸気利用設備の蒸気ドレンの顕熱回収を行なっているか [J]		顕熱を回収する熱交換器を導入する	122241
移送設備	廃熱回収用熱交換機の伝熱面等の汚れを除去しているか 保守点検記録 [K]	運用改善	熱交換器の伝熱面を清掃する	
	スチームトラップで蒸気の漏えいまたは詰まりが発生しているか [L] 保守点検記録、現場確認	部分更新・機能付加	スチームトラップの管理・更新	122241
	ポンプ、ファン等の流体機械について、使用圧力および吐出流量の見直しをしていない		負荷変動が大きい流体機械へインバータ制御を導入する	240222 240221
	保温が損傷し保温の未施工部分があるか [M] 保温の保守点検記録		保温を修復し、必要な部位に保温を施す	122221 121211
	スチームトラップの蒸気ドレンの顕熱回収を行なっているか [N]		スチームトラップの管理・更新	122241

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.3.3　冷却水システム

1．冷却水システムの概要

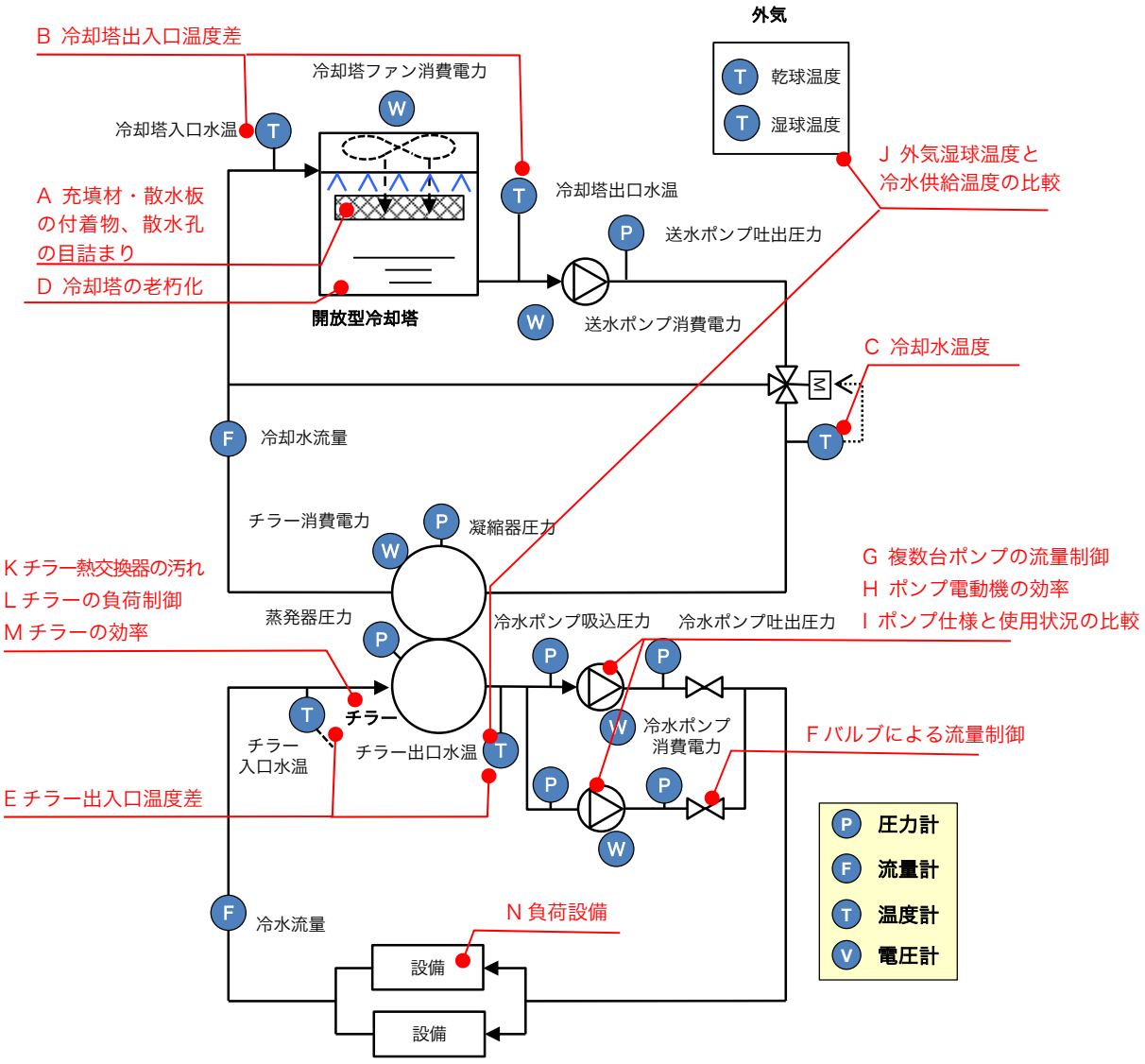


図 5.3.3-1 冷却水システム（循環密閉チラー型）の構成と計測箇所の例

冷却水システムは水冷式の機械、例えば圧縮機、冷凍機、エンジン、大型モーターや潤滑油、油圧装置の作動油等の冷却、あるいは化学装置の反応槽、ボイラーの復水器等の冷却、プロセス用冷却水の供給等に使われるシステムである。図 5.3.3-1 に冷却水システム（循環密閉チラー型）の構成と計測箇所の例を示す。冷却水システムは、冷却水の回路、冷却塔のタイプ、チラーの有無などにより図 5.3.3-2 のように分類される。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

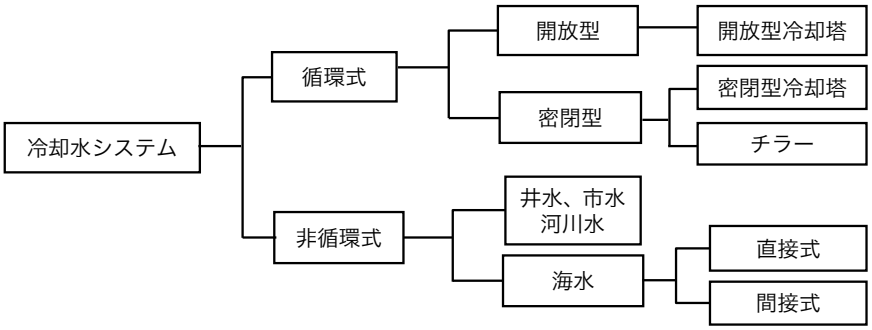


図 5.3.3-2 冷却水システムの分類

循環式は冷却塔等を使用して冷却水の温度を下げ、繰り返し水を使う方式で、開放型の冷却塔を使う開放型が最も一般的である。循環式密閉型は、密閉型冷却塔と負荷設備の間で冷却水を循環させるもので、冷却水が大気に触れることはないため、水質が悪化して機械のジャケット等が汚れることは少ない。チラーを使用する場合も、冷却水は密閉回路を形成するので密閉型に分類される。チラーを使用するのは、冷却すべき機械、設備が特に低温や、あるいは温度変動の小さい冷却水を必要とする場合である。

ノート

冷却水システムでは用いられるチラーはほとんど電気駆動です。冷却水システムに由来する CO_2 の発生は、全て電気によるものと言えます。

非循環式は、井戸水や市水を使って冷却し、冷却後は水を捨てる。発電所のように多量の冷却水を使う場合は、海水を使用することが多く、海水で直接冷却する直接式と、熱交換器を介して清水で冷却する間接式がある。

冷却水システムのエネルギー源は、冷却塔のファン、ポンプ、チラー等を駆動する電気がほとんどである。吸収式冷凍機やガスエンジンヒートポンプ等は空調用として使われるが、冷却水システムへの使用は、非常に少ない。したがって冷却水システムに由来する CO_2 の発生は、全て電気によるものといえる。

２．冷却水システムのエネルギーロスの例

- 冷却水出入口の温度差が小さいときは、流量過大であり、ポンプ過剰動力がロスとなる。
- 負荷が小さい場合、冷却塔のファンを固定速度で運転するとファンの過剰動力が損失となる。
- チラーを使用して冷水（冷却水）の温度を下げている場合で、その温度が冬季の外気と同程度のときは、フリークーリング*1を行なわないと、チラー動力の損失となる。

＊1 フリークーリング
冷凍機を使って冷水（冷却水）を作っている場合、冬期に冷凍機を運転せずに冷却塔のみで冷水を作ること。ただし、フリークーリングで達成できる温度は外気湿球温度プラス数度である。また、寒冷地では負荷が減少すると凍結の可能性があるため、夜間の負荷が小さい場合は注意が必要である。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3．エネルギーロス把握のための計測方法

1）発生段階のロス把握

●冷却塔のロス把握のための計測

冷却水温度は外気の湿球温度に依存し、最大負荷時にアプローチ*2（冷却塔出口（冷却塔タンク内）の冷却水温度－外気湿球温度）が 5℃以下に保たれているかの確認が必要である（通常、アプローチ＝5℃になるよう冷却塔は選定される）。外気の温度・湿度の計測にはアスマン温湿計が使用される。

●チラーのロス把握のための計測

チラーにおける熱交換のための温度差は、アプローチで評価できるが、その値は、設計思想により大きく変わるので、その適正値は一概にはいえない。また、チラーの負荷率にも大きく影響されることにも注意が必要である。ただ、表 5.3.1-1 に示すアプローチの値の上限値を上回る場合は注意が必要である。

冷媒温度の計測は、蒸発器と凝縮器における圧力計の読み取り値をその飽和温度*3に換算して行なう。圧力計の取付位置は、圧縮機の吐出と吸入で、それぞれの飽和温度が凝縮温度と蒸発温度となる。

●流体の流量計測

流量計が設置されている場合は、流量計の取扱説明書および流量測定における注意点に基づき、計測精度を確認した後に計測記録する。

流量計が設置されていない場合は、可搬型の超音波量計を設置し配管の外側から流量を測定する。超音波流量計を取り付ける場合の注意点を述べる。

①流量計の上流側に配管口径の 10 倍、下流側に 5 倍程度の直管部が必要である。

②上流にポンプ、弁など流れを乱す要素がある場合にはさらに長い直管部を必要とする。

●流体の温度計測

温度は、一般的に熱電対が用いられる。温度計の取扱説明書及び温度測定における注意点に基づき温度計測の精度を確認し計測記録する。

●消費電力計測

チラー、ポンプ、冷却塔ファンの消費電力を測定する。チラーについては、圧縮機駆動用電動機及び付属機器（インバータ制御回路など）が消費する電力を測定する。

＊2　アプローチ

熱交換器の出口における 2 流体の温度差である。出口とは、2 流体の温度差の小さい方をいう。

冷却塔：冷却塔出口冷却水温度－外気湿球温度

チラー蒸発器：冷水出口温度－蒸発温度

チラー凝縮器：凝縮温度－冷却水出口温度

ノート

アプローチの値の範囲は、**5.3.1 空調システム**の表 5..3.1-1 を参照してください。

＊3　飽和温度

冷媒の種類ごとに用意されている「冷媒の熱物性表」に記されている。

通常、温度に対して飽和圧力（絶対圧力）が記載されているので値の補間処理が必要となる。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

2）移送段階のロス把握

●チラー凝縮器の出入口温度差の計測

チラー凝縮器の出入口温度差が小さい場合は、冷却水ポンプの循環量を減少させると省エネになる可能性がある。

●冷水のチラー出口温度と負荷側からの戻り温度の温度差の計測

冷水のチラー出口温度と負荷側からの戻り温度の温度差が小さい場合は、冷水ポンプの循環量を減少させると省エネになる可能性がある。

4．対策候補選定時に考慮すべき事項

・負荷が小さい時はポンプ、冷却塔ファンの回転数を制御する。
・開放型冷却塔でフリークーリングを行なう場合は、機械ジャケットや凝縮器が汚れるので、熱交換器を入れて清浄な水を循環させるか、冷却塔の水質管理を厳しくすること。
・循環式開放型システムでポンプをインバータ制御する場合は、回転数の 2 乗に比例して全揚程が小さくなるので、実揚程や管路抵抗に対して十分か検討すること
・高効率型冷却塔は、内部の充填材量を大きくして接触面積を増やしているので、寸法的に大きくなることがある。
・トップランナーモーターに更新した場合、回転数が若干上昇するので、過負荷にならないか検討すること。プーリー比の変更、あるいはインバータで回転数を調整する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5．診断ポイントと対策技術

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
冷却塔	内部の充填材や散水板等にスケールやスライムが付着していないか 散水孔が目詰まりしていないか A	運用改善	薬品による洗浄を実施する	
	チラーを使用している場合に、冷却塔の出口温度制御の設定値は適正か C		冷却水温度の適正化	131111
	冷却塔の出入口温度差が過大ではないか B	部分更新・機能付加	ファンをインバータ制御して動力を削減する。	131211
	冷却塔が劣化していないか D	設備導入	高効率型冷却塔に更新する	
搬送系	出入口温度差が小さくなり過ぎていないか E	部分更新・機能付加	ポンプをインバータ制御して適切な温度差にする。また複数のポンプを使用している場合は、台数制御を導入する	240222
	ポンプ吐出側のバルブにより流量調整をしていないか F		バルブを全開として、流量はインバータによる回転数制御とする（インバータ回転数の制御範囲内で流量が調節できる）	240222
	複数台のポンプを使用している場合、所要負荷が少ない時に複数のポンプが低負荷・低効率で運転していないか G		ポンプ送水圧力による台数制御を導入する	
	ポンプ仕様が実際の使用状況に比べて、吐出量、全揚程に余裕があり過ぎないか H	設備導入	現状に見合った適正サイズのポンプに更新	
	ポンプの電動機の効率が低くないか I		L2-Tech 機器やトップランナー機器に更新する	240321

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
チラー（使用している場合）	冬季（外気湿球温度が供給冷水温度よりも低くなる時期）にチラーを止めて冷却塔の冷却水を直接あるいは熱交換器を介して冷水供給（フリークーリング）しているか J	部分更新・機能付加	フリークーリング（熱交換器、切替バルブ、自動制御等）の導入。フリークーリングへの切り替えは湿球温度をもとに行なうこと	131221
	チラーの凝縮・蒸発熱交換器の定期的なメンテナンスはしているか（スケールにより熱伝達率が低くなる）K	運用改善	チラーの熱交換器の汚れ除去	
	複数のチラーに関する稼働台数の調整及び負荷の適正配分を行なっているか L		台数制御を導入する	
	チラーの効率が低くないか M	設備導入	L2-Tech 機器を使用する（寿命による交換時に検討するよう提案）	
負荷設備 N	熱交換器の定期的な点検を行なっているか	運用改善	熱交換器の清掃（定期メンテナンスの項目に加える）	
	季節変化による負荷変動に応じた冷温水や冷却水の温度及び流量を設定しているか		冷却水設定温度の適正化	131111
	配管の長さや径、不要な曲り等で圧損を増大させていることはないか	部分更新・機能付加	配管経路の見直し（他の改造工事等と一緒に計画的に行なう）	
	冷水配管で結露している箇所はないか		冷水供給配管の断熱	
	冬季に冷水還りの排熱を利用できないか（外調機の冷却コイルで外気予熱に利用する等）		冷水還りの排熱活用（排熱温度や各所の必要温度を測定して行なう）	
	冷房負荷が少ない時に３方弁で過剰流量をバイパスしていないか		冷水流量の２方弁制御による流量の削減（基本的にはバイパスするとポンプ動力が過大になる）。ポンプの流量制御（インバータ制御）と組み合わせて実施する必要がある	240222

参考図書

［1］『CO_2削減ポテンシャル診断ガイドライン第１版』（環境省）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.3.4　圧空システム

1．圧空システムと設備概要

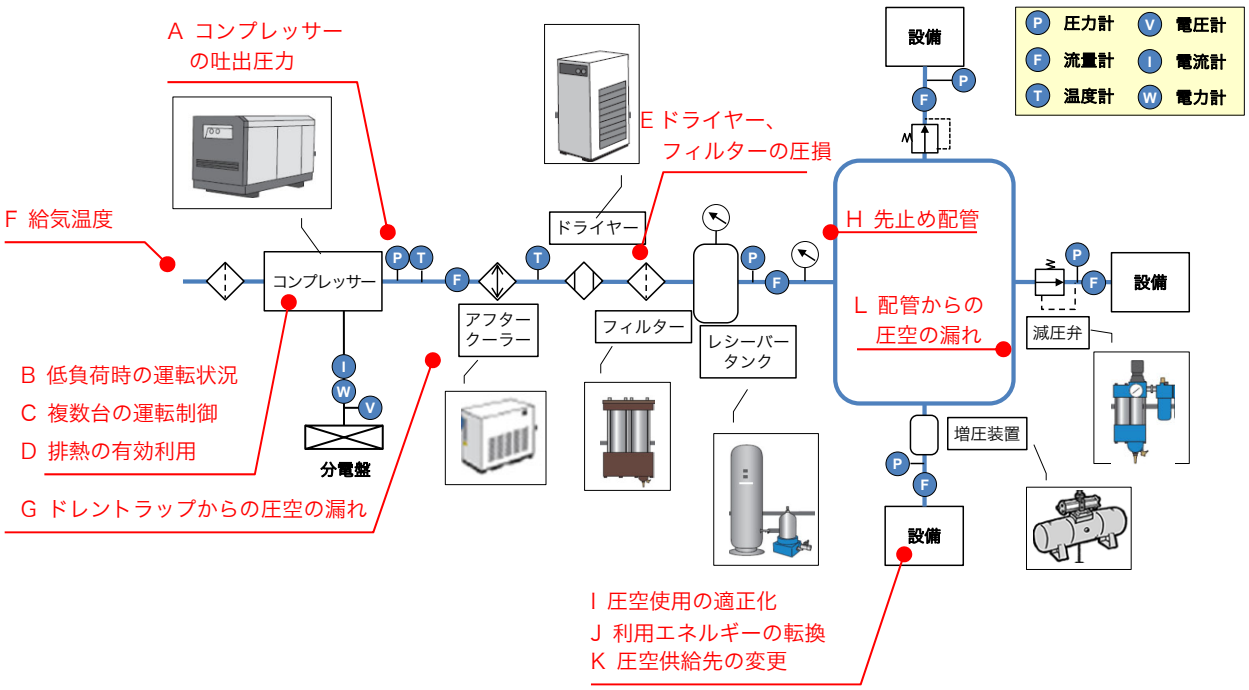


図 5.3.4-1　圧空システム（集中設置方式）の機器構成と計測箇所の例

ノート

計測箇所は目的によって決めます。具体的には対策ごとの計測シートを参照してください。

圧空システムはコンプレッサーにより空気を吸引、圧縮、供給する設備集合であり、大きく圧空供給系と圧空消費系に分けられるが、CO_2削減（省エネ）を行なうためには、システム全体、圧空供給系と圧空消費系、各系の課題を把握して適切な対策を採る必要がある。システムの構成としては、分散設置方式と集中設置方式がある。

分散設置方式は、圧縮空気を必要とする機器とコンプレッサーを一体で設置する方式であり、集中設置方式は、複数のコンプレッサーをコンプレッサー室などに集中配置し、空気ヘッダー、配管などを介して使用先に供給する方式である。

集中設置方式は、配管が長くなり、圧力損失が大きい、空気漏れ箇所が多くなる、初期投資が大きくなるなどの欠点はあるが、使用側の負荷平準化等により、コンプレッサー台数・容量を減らせる、これによりメンテナンス費が少なくなることで集中設置方式が多く採用されている。

システムの構成機器は、次の通りである（図 5.3.4-1）。

①コンプレッサー

②圧縮空気内の水分、油分、粉塵などを除去・清浄化する除湿機、フィルター

③管路内の圧力変動を緩和するレシーバータンク、アキュムレーター等の空気槽

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

④気体を搬送する、配管、分岐、接続機器
⑤管路内の流体の量、圧力を制御調節するバルブなどの可変機構を持つ機器
　コンプレッサーの種類は、圧縮方式による分類の他、冷却方式、制御方式、圧縮段数、潤滑・シール方式などによる分類がある。
　なお、コンプレッサーとは圧力を 0.1MPa-G 以上にするものをいう。

ノート
漏れの調査と補修、油分・水分のドレンによる圧力損失の解消が省エネの第一歩です。

2．圧空システムで発生するエネルギーロス
1）空気漏れ、圧力損失による圧力、流量のロス
2）使用側設備の圧力と流量に対するコンプレッサーの吐出圧力、吐出量の設定不備による電力ロス
3）複数台コンプレッサーの適宜（台数制御しない）運転による電力ロス
4）コンプレッサー室の湿度、温度の高さによるコンプレッサーの動力増加

3．エネルギーロス把握のための計測方法
●コンプレッサー動力計測
　コンプレッサーの消費電力、吐出圧力、圧縮空気流量が基本的な計測項目である。コンプレッサー吐出口や除湿機出口の空気温度を計測することにより、除湿・冷却性能を把握する。計器が常設されていないところでの計測は、盤内配線、端子にクランプを付け、ロガーでデータを記録する。

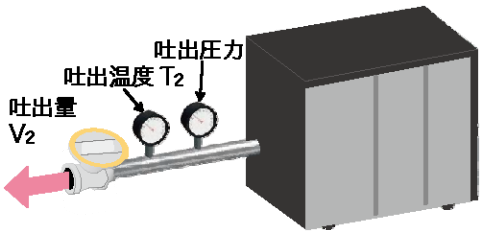
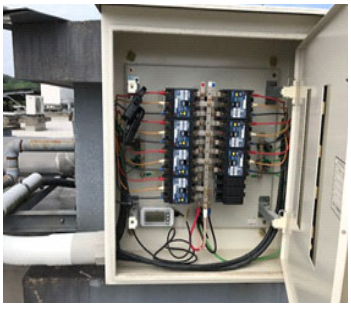


図 5.3.4-2　コンプレッサーと出口計測



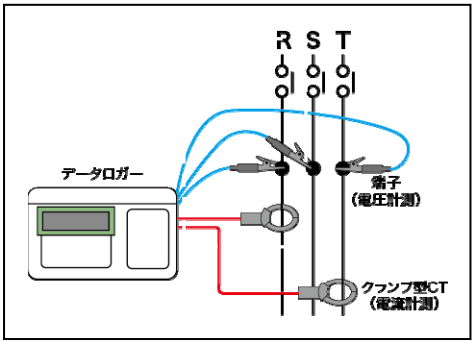


図 5.3.4-3　コンプレッサー配電盤での電流、電圧測定

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

●流量計測

空気流量計の型式と特徴を表 5.3.4-1 に示す。熱式、差圧式、渦式が多いが、管外部からの計測には超音波式が適する。

表 5.3.4-1 空気流量測定方法と特徴

型式	特徴	型式	特徴
差圧式	流量範囲が比較的狭い	容積式	高精度、高価
面積式	構造簡単、安価、垂直取付	渦式	稼働部なし
超音波式	汎用、圧損ゼロ	タービン式	高精度
熱式	質量流量計測、高精度	ピトー管	構造簡単、安価

ノート

現場に流量計がない場合は、ポータブル型超音波式流量計がよく使われます。レンタル品もあります。

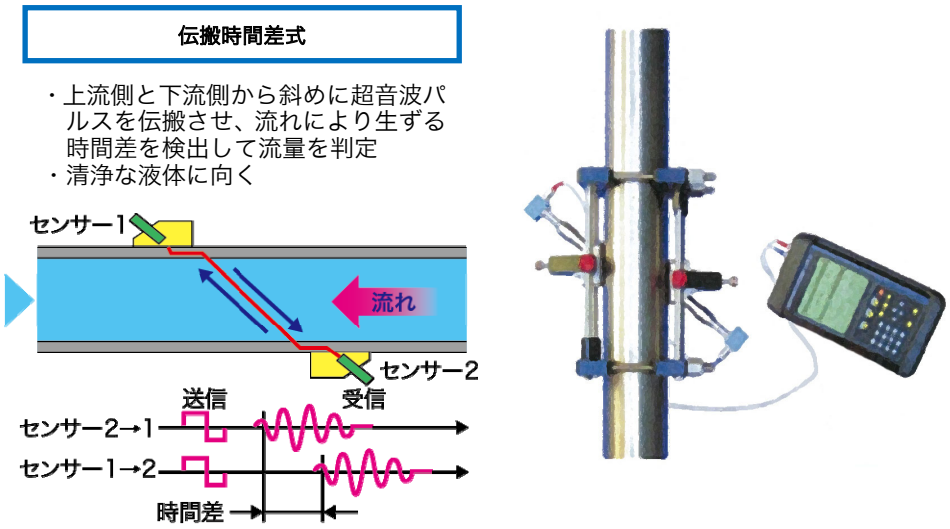


図 5.3.4-4　超音波流量計の原理と計測状況

●圧力計測

圧力センサーには、電子式と機械式がある。電子式は圧力を受けて歪んだ感圧素子の電気抵抗の変化を信号として計測する。機械式は、ブルドン管、ベローズがあるが精度は電子式に劣る。

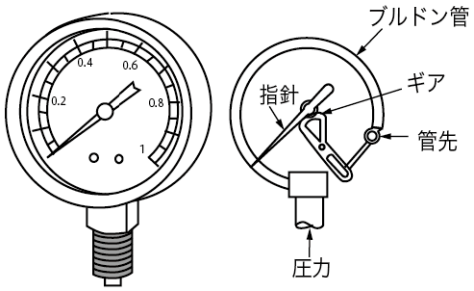


図 5.3.4-5　ブルドン管圧力計

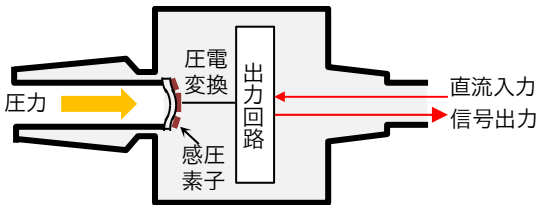


図 5.3.4-6　電子式圧力計

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

●温度計測

温度は、一般的に熱電対が用いられるが常設型、簡易型でさまざまな種類がある。



図 5.3.4-7　端子箱付温度計

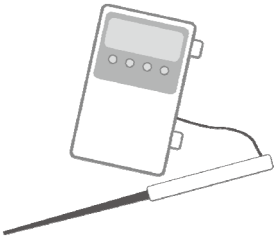


図 5.3.4-8　ハンディ温度計

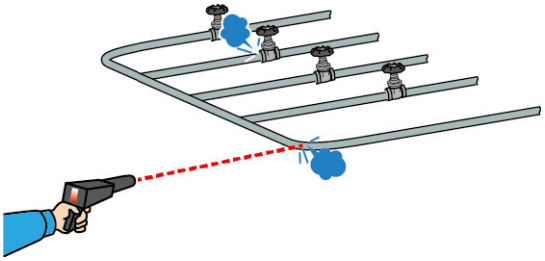
２）移送段階のロス把握

レシーバータンク出口（ループ配管網入口）の圧力、流量の計測とエアー漏れの検知を行う。圧力、流量の計測方法は発生段階と同様である。

エアー漏れ計測には、超音波で離れたところからエアー漏れを検知するセンサーが診断時などに用いられている。

ノート

超音波センサーは、7～8m離れた遠方から測定し、近づきながら場所を特定します。レーザーポインター付もあります。



原理

流体がピンホールを通過するときに発生する超音波（40kHz）を受診して、その音量（音圧 dB）で漏れの程度が確認できる。

図 5.3.4-9　エアー漏れ計測状況図

なお、最近では、１台の計器で温度、圧力、流量、漏れ量の同時計測ができるマルチ型が出てきている。

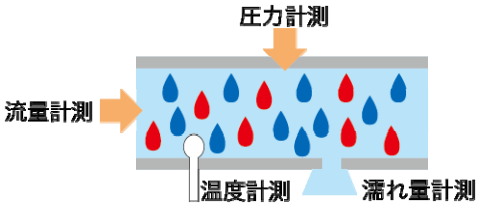


図 5.3.4-10　マルチ計測器イメージ

３）消費段階のロスの把握

各種装置に対して圧縮空気が適切に供給されているかどうかを把握するために、各装置の使用端における圧力、流量を計測する。減圧弁、増圧装置が使用されている場合はそれらの出口で計測する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．対策候補選定時に考慮すべき事項

1）高圧を必要とする設備が少ない場合は、コンプレッサーの吐出（ベース）圧力を高めるのではなく個別に増圧装置で対応し、ベース圧力をなるべく下げる。

2）圧空の使用形態として高圧小流量（動力目的）と低圧大流量（ブロー目的）が混在している場合が多い。必要とされる形態でコンプレッサーとブロワーの使い分けが必要である。

3）概して新しい機器のほうが消費電力は少ないので、L2-Tech 機器やトップランナー基準を満たす機器採用が望ましい。

4）情報把握

項目	把握すべき情報
	基本情報
1．空気供給系統	1. 空気供給系統の全体把握 2. 設備配置図、配管系統図、 3. 設置方式（集中、分散） 4. 配管形式（樹枝状、ループ、バイパス） 5. 清浄化機器、レシーバータンク、調整弁等の設置状況
2．圧力損失と供給状態	1. 供給配管が空気使用量に応じた適切な経路や長さ・サイズを選定しているか 2. 空気供給源が、供給系統別に設置され、圧縮空気が各装置に必要とする圧力や流量にバランスよく配分されているか
3．コンプレッサー本体	1. 設備仕様（機種、型式、定格電源、出力、モーター効率、定格吐出圧力、定格吐出空気量、容量調整方式、駆動方式、冷却方式） 2. 部分負荷時に消費空気量の割合に従って変化する消費電力
	現地情報
1. 空気漏れ	1. 配管、機器系からの漏洩と点検状況 2. 漏れ量調査（①使用側設備停止中にコンプレッサーを稼働させ、吐出側流量指示値での漏洩総量把握　②リークテスター）
2. 生産設備の使用状況	1. 使用先設備図面、運転記録などからの使用端での最低必要圧力と必要空気量および圧力、流量の変動幅 2. 使用側の圧力、流量設定状況
3. コンプレッサーの運転状態と設置環境	1. 吐出圧力、吐出流量、消費電力、負荷率 2. 稼働日数、時間 3. 単独運転か台数制御運転か 4. 運転台数と負荷の関係
4. 点検、整備状況	1. コンプレッサーの周囲温湿度、換気状況 2. メンテナンス状況 3. コンプレッサー、フィルターなど劣化状況

ノート

配管が長く圧力損失が大きい場合は、コンプレッサーを設備に近い方に置く分散設置方式の検討も必要です。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5．診断ポイントと対策技術

ノート

一般工場の総電力の20～25%をコンプレッサーが消費します。

設備機器	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
コンプレッサー	圧力を使用する設備の必要圧力に対して供給圧力が高すぎないか A	運用改善	コンプレッサーの吐出圧低減	141111
		設備導入	コンプレッサーをブロワーに取り換え	141321
	負荷が少ない時に複数台コンプレッサーが稼働し頻繁にオンロード、アンロードを繰返していないか（容量調整） B	部分更新・機能付加	コンプレッサーの台数制御	141231
			レシーバータンクの設置、容量の最適化	142221
		設導備入	適正容量の高効率コンプレッサの導入	141311
	複数のコンプレッサーが稼働しているとき効率の良いものを優先稼働するなどルールは適切化しているか C	部分更新・機能付加	コンプレッサーの台数制御の運転パターン設定	141231
	排熱は有効活用されているか D		コンプレッサー排熱有効利用	141221
供給系	フィルターやドライヤーの圧損は高くないか。差圧の経時確認 E	運用改善	フィルターやドライヤーの 清掃、更新	
	コンプレッサーの排気などが部屋にこもり、吸気温度が高くなっていないか F	部分更新・機能付加	コンプレッサー吸気の低温化（換気の適切化、吸気専用ダクト設置など）	
	水抜きのドレンと一緒に圧空は漏れていないか G		適切なドレントラップへの更新	

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
消費設備	先止め配管になっていないか。末端の圧を確保するため吐出圧が高くなっていないか H	部分更新・機能付加	配管のループ化	
	パルスブローでよいところに連続ブローしていないか I		エアーブローのパルス化	143211
	消費設備の動力源を替えられないか J	燃料転換	圧縮空気駆動から電気駆動への転換	
	近隣の工場から供給してもらえないか K	電力低炭素化	近隣会社からの余剰圧空の購入	
配管	配管や継手などから　空気は漏れていないか定期点検を行なっているか L	運用改善	使用側設備停止中にコンプレサを稼働させ、吐出側流量指示値での漏洩総量把握もしくは、リークテストやセンサーによる点検と空気配管の漏れ防止	142111

参考図書

[1]『CO_2削減ポテンシャル診断ガイドライン　第１版』（環境省）

[2]『エネルギー診断プロフェショナル認定試験公式テキスト　平成 28 年度版』(省エネルギーセンター)

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.4　設備・機器別の診断ポイントと対策技術

5.4.1　照明設備

1．照明設備の概要

照明設備とは、電気エネルギーを光エネルギーに変換し、周辺を明るくする設備である。照明器具の変換効率は低く、ほとんどは熱エネルギーとして損失する。工場や事業場などの照明設備は、ランプ、照明器具の単体としては他の機器に比べ比較的消費電力が少ないが、エリアごとに多くの台数が設置され、全体として大きな電力を使用する。また、照明器具による発熱が空調の冷房負荷に大きな影響を及ぼすため、照明の省エネルギー化は重要である。

照明設備の選定、運用を行なうにあたっては、JISZ9110「照明基準規則」において、「主に人工照明によって、人々の諸活動が、安全、容易、かつ、快適に行なえるための照明設計基準および照明要件」の総則についての規定を満足しながら、省エネルギー化を進める必要がある。

ノート

照明の目的を達成するための基準には、JIS 以外にも労働安全衛生規則や駐車場法などがあります。

1）照明設備の構成要素

照明設備は、①光源（ランプ）と②照明器具、③点消灯用スイッチ類、付加機能として人感センサー、タイマー、調光などの④制御装置がある。効率的な照明を行なうという観点から、照明対象、照明器具の設置方法、天井・壁・床などの色彩や反射率、ブラインドやカーテンなども重要な要素である。

照明設備の電源は、200V か 100V の照明分電盤を介して供給されることが多い。また、照明用の電力量計は、エリアごとに設置されることが多い。

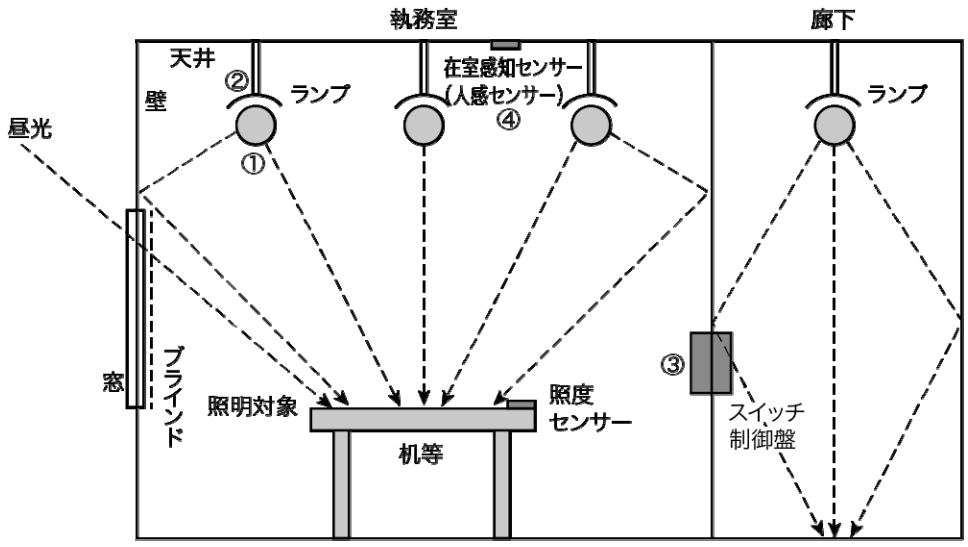


図.5.4.1-1　照明設備の構成要素

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

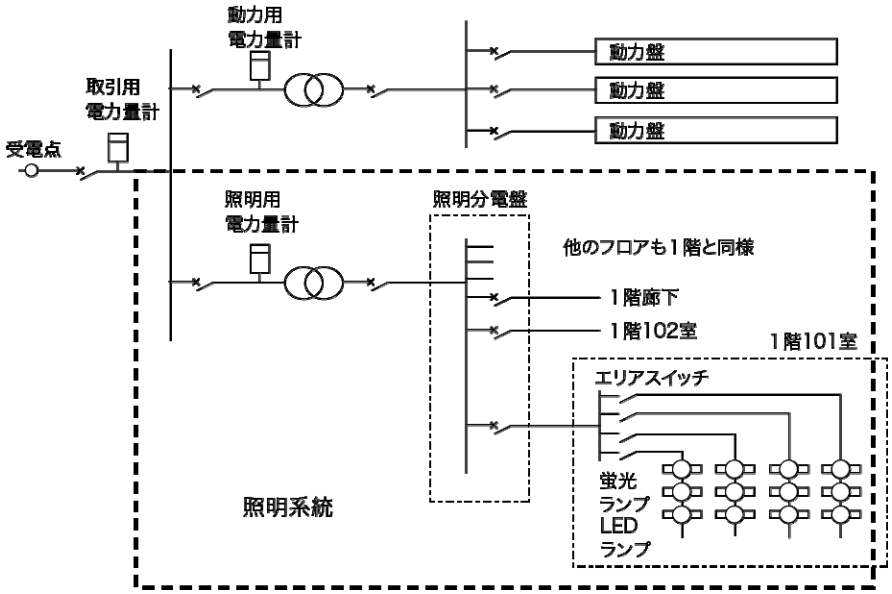


図.5.4.1-2 照明用回路概念図

２）照明の質

労働安全衛生規則では労働者を常時就業させる場所の作業面の照度を定めている。(表.5.4.1-1)、また、JISZ9110「照明基準規則」では照明の満足すべき要件（照明の質）を定めている（表.5.4.1-2 、5.4.1-3)。この定められた要件を前提に省エネを実現することが必要である。

ノート

「労働安全衛生法」及び「事務衛生基準規則」では、６か月以内ごとに１回の照明設備の点検を行うことが定められています。

表 5.4.1-1 照度基準

作業の区分	基準
精密な作業	300Lx 以上
普通の作業	150Lx 以上
粗な作業	70Lx 以上

出典：労働安全衛生規則

表 5.4.1-2 照明の満足すべき主な要件

要件名	記号	説明
維持照度	Em	ある期間の平均照度を使用期間中に下回らないよう維持すべき値
照度均斉度	Uo	ある面の平均照度に対する平均照度の比
グレア制限値	UGRL	JISZ9110 が定めたグレア値の上限値
演色評価数	Ra	ランプによって照明された色の見え方の指標

表 5.4.1-3 基本的な照明要件（屋内作業）例 JISZ9110

領域、作業または活動の種類	Em	Uo	UGRL	Ra
粗い視作業、継続的に作業する部屋（最低）	200	—	—	60
普通の視作業	500	0.7	22	60
精密な視作業	1,000	0.7	19	80
非常に精密な視作業	1,000	0.7	16	80

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

2．照明で発生するエネルギーロスの例

1）運用面では、照度過剰、不要な場所・時間における照明点灯による電力ロス

2）高効率な照明器具や制御方式の未採用による、削減可能なはずの電力ロス

3）照明による空調負荷の増大

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

1）点灯時間が長い場合は、（照明環境の質を低下することなく）エネルギー効率が高い照明器具を使用することが重要である。

2）高効率器具への交換では配線工事等の付帯工事が必要になる場合があるので、既存器具の交換時期を考慮して効果的な提案をする必要がある。

3）概して新しい機器のほうが消費電力は少ないので、L2-Tech 機器やトップランナー基準を満たす機器採用が望ましい。

4）実態把握

①基本情報把握　照明全体のエネルギー使用量（年間・月間）把握

②現地状況把握

項目	現地で把握すべき基本情報
1. 光源や照明器具の種類と台数	1. ランプや照明器具の方式、仕様、台数 2. 高効率器具への更新の可能性
2. 高効率設備の設置状況	1. 高効率照明の有無 2. 高効率運用設備（調光機能、在室検知センサー、タイマー消灯）
3. エリア毎の照度管理状況	1. 照度管理値、運用値
4. 照明器具の配置、壁・天井などの配色、清掃の良否	1. 照明器具の配置、壁・天井などの配色の適否、清掃の良否 2. 昼光利用による手動点消灯、調光、ブラインド管理

ノート

LED 照明器具は L2-Tech リストに、高効率照明器具全般はトップランナー基準に記載されています。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

ノート

運用保守管理基準（マニュアル）の整備が大切です。

ノート

最近では効率120LmW のLED器具も生産されるようになっています。

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
ランプ	製造環境、作業環境、執務環境および陳列等の目的に適合した照度を設定しているか	運用改善	照度基準の設定（JISZ9110 参照）	
	照度を計測および記録しているか		測定点を定め規定の測定高さ（室内床上 80±5cm、机上面＋5cm、通路床上 15 ㎝等）で照度を測定記録する	
	照明器具の清掃、光源の交換等に関する規定を設定し保守点検を行なっているか		製造、作業および執務への影響を最小限とし、清掃および故障光源を交換する	
	清掃、光源の交換等の保守が容易な照明器具を選択し、保守性を考慮した設置場所および方法となっているか	部分更新・機能付加	保守が容易な照明器具とし保守性を考慮した場所に設置する	
	高効率器具は使われているか	設備導入	蛍光灯からLED照明へ更新（製造、作業および執務を考慮してLED を採用可能な範囲を決定する）	210311
			LED 誘導灯の採用	210331
			HID ランプを採用する（一般照明用水銀ランプは除く）	210321
	高天井、屋外照明や街路灯などメンテしづらい場所に LED 照明が使われているか		LED 照明の採用	210311
スイッチ	調光による減光および消灯に関する規定を設定し、過剰または不要な照明をなくしているか	運用改善	場所ごとに消灯基準を設定する（執務室は昼間消灯、会議室は使用時に点灯等）	210111
			窓側の照明は個別のスイッチを設ける。ブラインドやカーテンを適切に利用してこまめに消灯する	
制御装置	照明制御機器は導入されているか（エリアごと、時間ごとの管理）	部分更新・機能付加	タイマー制御の導入	
			照明制御機能（人感センサー）の追加	210221
			照明回路の細分化	210211
	天井照明のみで作業面の明るさを確保していないか		タスクアンビエント照明	210231
電力	太陽光の利用を検討したか	燃料転換	太陽光採光システム	
	再生可能エネルギー発電の利用を検討したか	電力低炭素化	LED 太陽灯（蓄電池付）	300511
天井・壁	天井・壁・床などの色彩や反射率は妥当か	部分更新・機能付加	反射率の高い内装材を採用して、照明台数削減	

参考図書

[1]『CO_2削減ポテンシャル診断ガイドライン　第１版』（環境省）

[2]『エネルギー診断プロフェショナル認定試験公式テキスト　平成 28 年度版』(省エネルギーセンター)

[3]『新版　攻めの管理基準の作り方』（省エネルギーセンター）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.4.2　受変電・配電設備

1．受変電・配電設備の概要

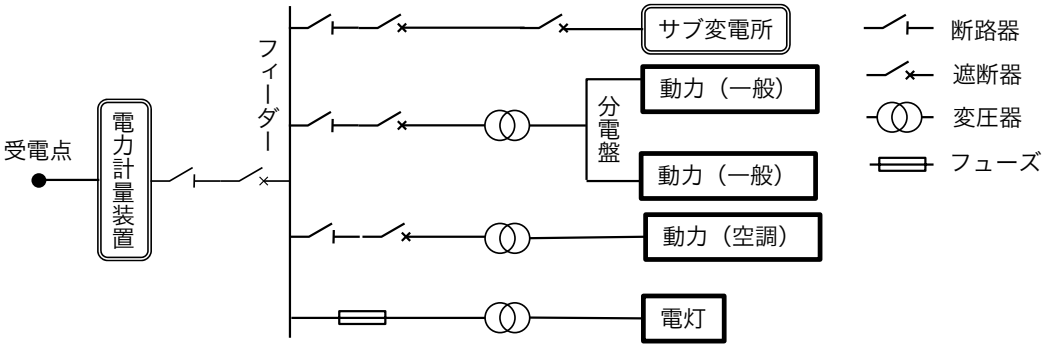


図 5.4.2-1　受変電・配電設備

受変電設備は、高い電圧で引き込んだ電気を事業所で使いやすいように 200V や 100V に降圧する機器（変圧器）、短絡事故や過電流による機器の損傷が波及しないように遮断する装置（断路器、遮断器）、漏水等で漏電したときに火災が発生しないようにする装置等、電気を安全に使うための装置で構成されている。配電設備は、受変電設備で降圧された電気を事業所の各所に配電する中継設備で、過電流を遮断する装置や接続用の分電盤等で構成される。

ノート

変圧器は常に運転（通電）状態にあることが多いため、その損失低減は重要です。

2．受変電・配電設備に特有なエネルギーロスの例

●変圧器の損失

変圧器の損失には、負荷電流の 2 乗に比例する負荷損*1 と、負荷の有無にかかわらず発生する無負荷損がある。負荷率*2 が低い軽負荷変圧器にも常に無負荷損が発生するので、低負荷率変圧器の稼働台数が多いとエネルギーロスになる。

*1 **変圧器の負荷損と無負荷損**

☞用語解説 1）2）

●電路の損失

誘導電動機や電気炉などの負荷が多い事業所では、負荷の力率が低くなる。負荷の力率が低いと、負荷が必要とする電力を供給するために必要な電流値が増加し、電路の電力損失（オーム損。電路の抵抗分と電流値の 2 乗の積に等しい）が大きくなる。参考までに「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」では、受電端力率を 95%以上とすることを目標として、表 5.4.2-1 に示す設備（表示された容量を超えるもの）について力率改善対策をとることを定めている。

*2 **変圧器の負荷率**

☞用語解説 3）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

表 5.4.2-1　力率の悪い機器例

設備名	容量(kW)
かご型誘導電動機*3	75
巻線型誘導電動機*3	100
誘導炉	50
真空溶解炉	50
誘導加熱装置	50
アーク炉	−
フラッシュバット溶接機（携帯型のものを除く）	10
アーク溶接機（携帯型のものを除く）	10
整流器	10,000

*3
誘導電動機を使用した設備（射出成型機など）も含まれます。

ノート
長年稼動しているビルでは、ビル内の各種機器の増減等で、各フィーダの需要率や負荷率、不等率が変化しています。配線や変圧器容量の見直しによる電力損失の削減余地があります。

●無停電電源装置（UPS）の損失

高い信頼性を確保するために常時インバータ給電方式の無停電電源（UPS）を使用している場合は、通電中常に電力変換損失が発生する。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

●情報把握

項目	基本情報
1．受電から分電盤までの全体構成、電力供給先の負荷	受電方式の確認、変電所の設置位置、変電所と負荷設備の距離、分電盤に接続されている負荷設備の種類と容量
2．電力の使用状況	電力会社との契約形態、電力使用量、最大需要電力、平均需要電力、負荷率
3．電圧	受電電圧、配電線の電圧、機器の電圧、
4．力率	受電点、変圧器２次側、個別負荷の力率。進相コンデンサーが使用されていれば、その挿入位置、構成、定格。
5．変圧器	変圧器の定格仕様（型式、容量、相数、電圧、結線、利用率、需要率*4

*4 需要率
☞用語解説 4）

●変圧器を含め、受変電設備を構成する各機器は動作温度の上限が規定されている。受変電室の温度に影響がある提案については、各機器の仕様上問題ないことを確認する必要がある。

ノート
受変電設備の機器のみを高効率機器に更新する場合は、費用対効果と劣化度を考慮して更新時期を決定します。更新時に配電盤に電路情報計測機器を設置し、系統毎のエネルギー実状把握・管理すると、更新後の高効率化対策計画が容易となります。

●変圧器の統廃合を提案する場合、軽負荷か否かの判断は長期間（１年以上）が必要であるため、短期間の計測だけで判断をしてはならない。ただし、変圧器の容量に対してすべての負荷の最大量が確認できる時はこの限りではない。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
変圧器	負荷がない時間帯や廃止施設用の変圧器への通電が遮断されているか	部分更新・機能付加	夜間稼動しない施設用や撤去・休止中施設用の変圧器の通電を遮断する（非常灯等の設備を有する施設については、実施可否を受診事業者に確認）	220211
	同じ電源系統に同一形式（単相／３相、２次側の電圧が同じ）の軽負荷な変圧器を複数台使用していないか	運用改善	同一形式の軽負荷の変圧器を統廃合する	220111
		設備導入	同一形式の軽負荷の変圧器を統廃合し、高性能機器に更新する。変圧器の容量減も検討する	220321
	高効率な変圧器が使われているか（高効率変圧器の効果が発揮されるのは負荷変動が大きく、特に軽負荷の割合が大きい時である）		変圧器の損失が少ない高効率な機器への交換を行なう（トップランナー基準が基本。高価なので注意が必要。寿命交換時期に、L2-Tech 機器の採用をすすめる）	220311
排気ファン	受変電室の排気ファンの運転温度は適正か（温度設定が低くなっていることが多い）	運用改善	空調設定温度の緩和	113161
無停電電源装置	無停電電源（UPS）の方式は常時インバータ給電方式か	設備導入	電力品質に問題がなければ常時インバータ方式から常時商用給電方式に変更を行う（常時商用給電方式は低コストで電力ロスも小さいが、商用電源から UPS への切り替え時に瞬停を伴う）	
負荷設備	力率が常時 100%近くにあるか	部分更新・機能付加	受変電設備に進相コンデンサを設置する。すでに進相コンデンサが設置されている場合には、コンデンサの容量を適切に切替える。モーターの直近に進相コンデンサを接続する（力率改善効果が最も大きい）	220221
	最大電力管理を行なっているか		デマンド制御の導入	220231

参考図書

1) 『CO_2削減ポテンシャル診断ガイドライン　第１版』（環境省）
2) 『エネルギー診断プロフェッショナル認定試験公式テキスト』（省エネルギーセンター）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

用語解説

1) 変圧器の負荷損

変圧器の巻線（銅線）に負荷電流が流れることにより発生する損失。巻線の抵抗と負荷電流の２乗の積に比例する（オームの法則）。「銅損」ともいう。

2) 変圧器の無負荷損

変圧器の鉄心を通る磁束が周期的に変化することにより発生する損失。変圧器が電源に接続されている間は負荷電流が流れていない状態（無負荷状態）でも発生する。「鉄損」ともいう。

3) 変圧器の負荷率

変圧器の容量と負荷平均皮相電力の比

$$\text{変圧器の負荷率(\%)} = 100 \times \frac{\text{負荷の平均皮相電力(kVA)}}{\text{変圧器の容量(kVA)}}$$

トップランナー変圧器第二次基準では基準負荷率を以下のように定めている。

500kVA 以下の変圧器　40%
500kVA 超の変圧器　50%

4) 需要率

負荷設備の総容量と最大需要電力の比。

$$\text{需要率(\%)} = 100 \times \frac{\text{最大需要(kW)}}{\text{負荷設備の総容量(kW)}}$$

分母は、負荷設備の総容量の代わりに変圧器総容量を使用することが多い。参考として業種別の需要率を下表に示す。

業種	需要率(%)	業種	需要率(%)
鉱山製錬	50～60	石油精製	50～70
建設業	45～60	窯業	65～70
食料品	50～65	鉄鋼	40～60
繊維	55～75	アルミニウム	50～60
紙パルプ	60～75	金属工業	35～50
化学工業	60～80	機械	35～50

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.4.3　ＯＡ機器

１．ＯＡ機器とは

主にオフィスで使用される、パーソナルコンピュータ、プリンター、複写機（複合機）、ファクシミリ、スキャナー 等を総称してＯＡ機器という。図 5.4.3-1 にオフィス内のＯＡ機器の消費電力量の内訳を調査した例を示す。ＯＡ機器（ミッドレンジ以上電算機を除く）の消費電力量の約２分の１をパーソナルコンピュータの消費電力が占め、ついでコピー機、プリンター、ファクシミリの消費電力量が多い。

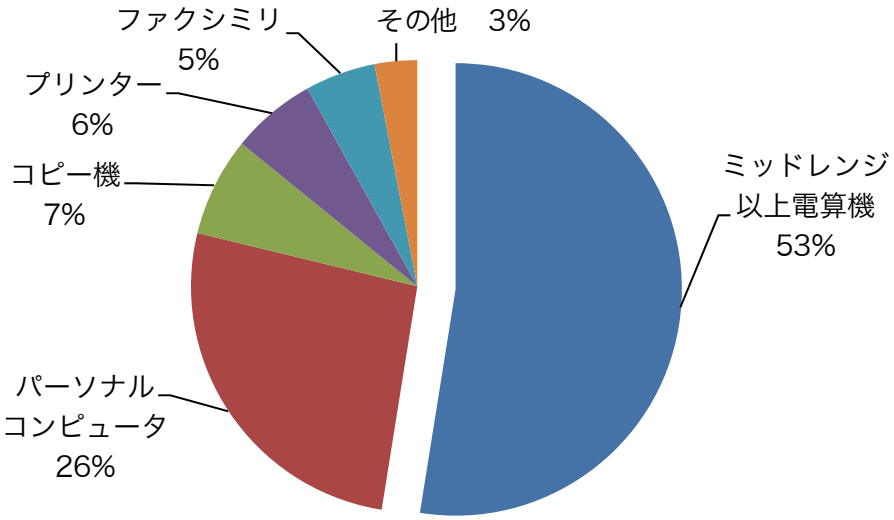


図 5.4.3-1　オフィス内ＯＡ機器の電力消費の内訳の例

２．OA 機器に特有なエネルギーロスの例

入力された電気エネルギーは、ほとんどすべてが熱エネルギーとして環境に放出される。機器を使用していない時間の消費電力はロスをもたらす。概して消費電力は新しい機器のほうが少なく、旧式の機器を使用している場合には使用時の消費電力にも低減の余地がある。

３．対策候補選定時に考慮すべき事項

- パーソナルコンピュータのように多数使われることが多いため、個々の機器の消費電力削減が重要である。

- 室内の機器の発熱はそのまま空調の負荷となる。OA 機器の CO_2 排出削減対策は、放熱量の減少による空調負荷の削減にも効果を発揮する。空調も含めると、OA 機器の消費電力削減のおおむね２倍の電力削減が期待できる。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

●レンタルやリースにより調達しているケースも少なくない。契約の残期間にも注意が必要であるが、契約更新時期に合致すれば、効果的なリプレイスが期待できる。

●一度に OA 機器を交換するのは資金的負担が大きい。交換は計画的に毎年行なっていくようにする。新しい機器の方は性能が向上していることが多く、業務の効率も上がる。

4．診断ポイントと対策技術

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
OA 機器全般	不使用時や不使用機器の電源が切断してあるか（OA 機器は電源オフ操作を行なっても、待機電力が発生する機器が多い）	運用改善	スイッチ付きタップを導入して、スイッチを切る等で不使用時の通電オフの徹底を行なう（あるいはコンセントを抜く）	230111
	待機モード・節電モードや、無操作時のディスプレイの消灯が設定してあるか		省エネモードの設定。ディスプレイの輝度を落とす（頻繁に省エネモードが動作すると業務に支障が生じることもあるので、業務内容に応じた対応を検討するよう伝える）	230111
	消費電力の少ない機器が使用されているか（機器の仕様書の確認）	設備導入	L2-Tech 機器やトップランナー基準を満たす機器を使用する	
コピー機、プリンターなど	単機能の機器を複数使用していないか	設備導入	単機能のものを複数台使用するよりも複合機を設置するほうが消費電力を低減できる	

参考図書

[1]『CO_2削減ポテンシャル診断ガイドライン　第１版』（環境省）
[2]『オフィスビルにおける OA 機器のエネルギー消費実態』（住環境計画研究所）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.4.4　電動機（モーター）・ポンプ・ファン

5.4.4-1　電動機（モーター）

1．電動機の概要

電動機（モーター）とは、電気エネルギーを効率的に回転のエネルギーに変換する機器であり、圧縮機、ポンプ、ファン等、回転機械やエレベーター、エスカレーター等の動力源として使われている。その消費電力は日本の産業部門の消費電力の75%、日本の消費電力量全体の 55%を占めている。

電動機にはさまざまなタイプがあるが、一般に産業界で広く使われているのは、三相かご型誘導電動機である。

2．電動機で発生するエネルギーロスの例

- 電動機の効率はかなり高いが、出力、極数（ポール数）、周波数等によって変わり、大出力の方が効率は良く、極数が増えるにつれて効率はやや低くなる。また、低負荷になると効率は下がる。
- 電動機のロスとしては、電気的損失（鉄損、銅損）および機械的損失（軸受損失、空気との摩擦損失、冷却用ファンによる損失等）があるが、使用者が改善できるものではなく、電動機固有のものである。電動機は一般的に稼働時間が長いので、できるだけ効率の高い電動機を使用すべきである。高効率電動機としては、現在IE2[*1]（高効率モーター）、IE3（プレミアム効率モーター）、IE4（スーパープレミアム効率モーター）がある。省エネ法で規定されているトップランナーモーターは IE3（プレミアム効率モーター）に相当する。

  現在最も効率の高いモーターは、誘導電動機ではないが、IPM モーター（永久磁石形同期電動機）で、その効率は IE4 に相当する。

＊1 IE1～IE4
国際規格IECの効率レベルを示す記号

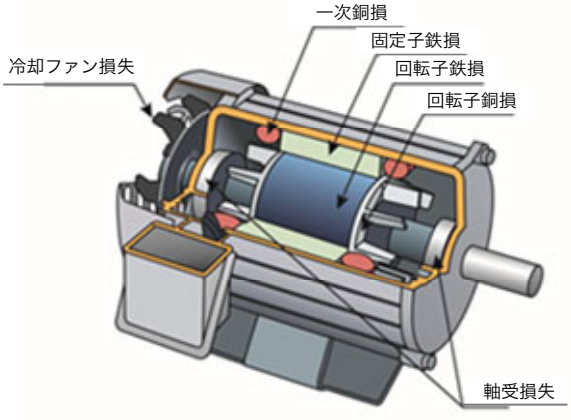


図 5.4.4-1 三相かご形誘導電動機の損失箇所（出典:［3］）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

●電動機本体以外では、起動盤が遠方にあり電路が長く、かつ、モーター電流が大きい時は電路の抵抗損失が大きくなる。この損失は使用者が、電路を太くしたり電路に進相コンデンサを入れたりすることにより、改善できる。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

●高効率電動機に更新すると、運転回転数が 1.5～2.5%上昇するので、ポンプ、ファン等の動力が増加する。過負荷に注意し、必要ならバルブ、ダンパー、回転数等の調整により負荷を抑える。始動電流、トルクも増加するのでブレーカー等の適合チェックを行なう。

●標準効率モーターをプレミアム効率モーターに交換する場合は、特に開放型で寸法が大きくなることがある。

●IPM モーターは 1 台ごとに専用インバータが必要で、商用電源での直入れやスターデルタ起動は出来ない。また、同期電動機なのでスリップがなく、誘導電動機より回転数が上昇するので、上記の負荷抑制対策が必要である。

●IPM モーターは、発電作用があるので、電源遮断後過回転となる恐れのある装置では、インバータが損傷する。

●インバータを使用している場合は、進相コンデンサ（力率改善コンデンサ）を入れない。

ノート

インバータを使用している電動機に進相コンデンサを取り付けると、コンデンサ焼損やインバータトリップの原因となります。

4．診断ポイントと対策技術

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策シート
電動機	過負荷でないか	運用改善	負荷を軽減する	
	軸受け温度が異常に高くないか		給油脂の実施を保守点検記録等で確認する	
	被駆動機（ポンプ、ファン等）の管路が、弁、ダンパー等で絞られていないか	部分更新・機能付加	ポンプ、ファン等の流量制御方式を、インバータによる回転数制御に変更する	240222 240221
	電流が大きくかつ電路が長くないか		電動機回路に進相コンデンサを入れて力率を改善する	220221
	電流値を計測し低負荷でないか（定格の 80～90%が望ましい）	設備導入	負荷に見合った出力の電動機に更新（電動機の寿命による交換時に検討）	
	電動機効率が低くないか（特性表、銘板等で確認する）		プレミアム効率電動機（IE3）に更新する	240321

参考資料

[1]『三相誘導電動機の現状について』（資源エネルギー庁　総合資源エネルギー調査会）

[2]『トップランナーモータ』（日本電機工業会）

[3]『PM モータ』（日本電機工業会）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.4.4-2　ポンプ

1．ポンプの概要

ポンプとは、モーターを用いて回転翼等を回転させて流体を昇圧し、揚水（くみ上げ）や送水を行なう設備である。温水、冷水を搬送することによって熱エネルギーを運ぶ役割もある。

ポンプがする仕事の大きさは、吸込口から吐出口までの管路の曲りや弁による圧力損失、管路の摩擦抵抗、吸込口と吐出口の高低差（実揚程）などにより決まる。

水の搬送に使用されるのは、ほとんどが渦巻ポンプで、プロセスの流体輸送や加圧空調用冷温水の循環、冷却用水、給水用、消火用などに用いられている。また、燃料用の給油ポンプとしては歯車ポンプが使われている。

既設ポンプの省エネ手法の要（かなめ）は回転数（インバータ）制御である。

ノート

インバータ化の効果があるのは、全揚程から実揚程を差し引いた、配管損失揚程と放流損失揚程の低減です。実際は、実揚程が小さい場合が多く、インバータ制御は重要です。

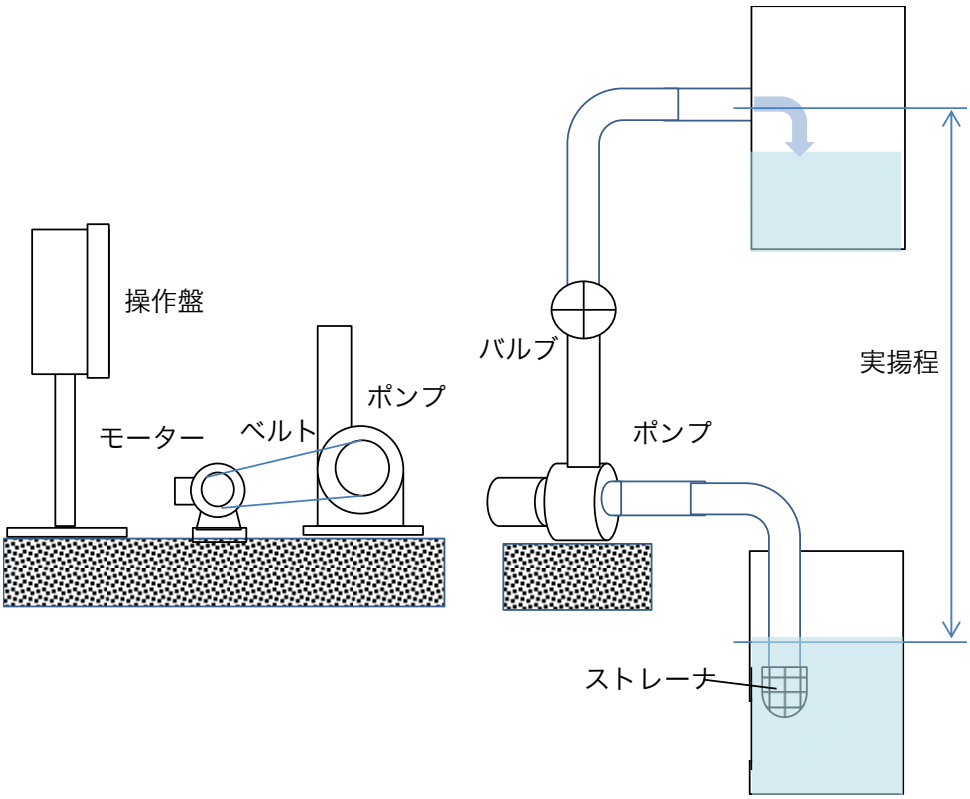


図 5.4.4.2-1　ポンプによる揚水イメージ図

2．ポンプで発生するエネルギーロスの例

1）負荷設備が仕事をしていない場合でも（揚水・送水）運転していることによる電力ロス

2）負荷が要求する以上の揚水・送水による電力ロス

3）バルブで流量調整を行なっている場合の圧力損失に伴う電力ロス

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4）複数ポンプの非計画運転による電力ロス
5）複雑な配管系による高圧損での電力ロス
6）電動機動力をポンプに伝達する機械効率の低さによる電力ロス
7）経年劣化によるポンプ性能低下に伴う電力ロス
8）フィルター・ストレーナー詰りでの圧損増加による電力ロス
9）配管、継手、バルブなどからの漏水による流量過剰に伴う電力ロス
１０）高効率ポンプや高効率モーターおよび省エネベルト未採用による電力ロス

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

1）通常、中小型のポンプは装置内部や建物の影など人目につかないところで常時一定稼働しているため、稼働実態、性能、メンテナンス状態を意識的に把握する必要がある。
2）個別設備の運転特性と負荷設備特性（運転特性カーブ）と現状運転点を把握した上で実態に合わせた適切な対策を検討する。
3）一般的に稼働時間が長いので、ポンプ自体とモーターの効率改善が重要である。
4）ポンプの省エネ手法は数種類あるが、どの手法もバルブを使うことなく、いかにムダな揚程をなくすかであり、その対策のほとんどが、回転数（インバータ）制御である。また、大型設備の場合は台数制御などの方法も有効である。
5）吐出流量はポンプの能力だけでなく、配管の形状・長さや状態、負荷（流体を利用する設備の要求）やポンプの特性によって決まる。
6）概して新しい機器のほうが消費電力は少ないので、L2-Tech 機器やトップランナー基準を満たす機器採用が望ましい。

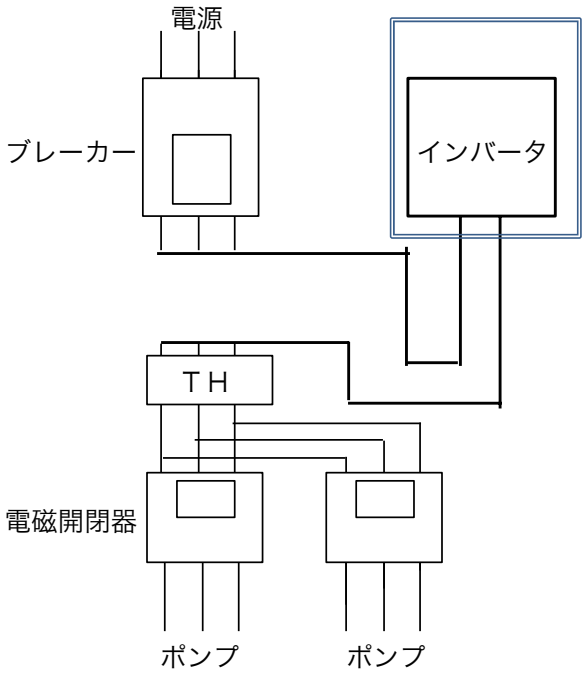


図 5.4.4.2-2 既設制御盤へのインバータ追加改造イメージ

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

設備機器	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
ポンプ	定期点検は行なっているか	運用改善	定期点検項目に加えて基準を作る 締切全揚程が低下しているようであれば性能劣化が考えられる	
	複数台ポンプの稼働形態は適切か（１台のポンプで低・高揚程の揚水を行なっていないか。１台の大型ポンプでバルブを使った小流量運転をしていないか）	運用改善	必要流量に応じた稼働ポンプの選択	
		部分更新・機能付加	ポンプの回転数制御機能の追加	240222
		設備導入	一部の高揚程を要するところには、ブースタポンプをつける	
			複数台の小型中型ポンプの台数制御	
	動力の過度な伝達ロスが生じていないか	部分更新・機能付加	プーリー、減速機、ベルトなどの適正化	
	Ｖベルトは省エネタイプか		省エネファンベルトの導入	240231
	高効率な機器を使用しているか	設備導入	高効率ポンプの採用	
			高効率電動機への更新	240321
	太陽光発電方式は、採用できないか	電力低炭素化	ソーラー（揚水）ポンプの導入	300511
送水系	大きな圧力損失が発生していないか フィルター、ストレーナーの清掃が行われているか	運用改善	定期的な清掃を行なう（定期メンテナンスの項目に加える）	
		部分更新・機能付加	配管系統（口径、曲り）の適正化	
	ダクトの継手部分等で漏洩や不用な開放はないか	運用改善	漏洩防止対策を行なう	
	インバータが導入されている場合、流量制御用のバルブは開放されているか		バルブを開放する	
	負荷流量がポンプの定格容量より小さい場合にバルブにより流量が絞られていないか	部分更新・機能付加	ポンプの回転数制御機能の追加	240222
			インペラカット	
負荷	負荷側（流体の利用先）で流体の垂れ流しや漏洩はないか	運用改善	負荷設備、配管の修繕、交換	
			不要時は、ポンプを停止する	240111

参考図書

[1]『CO_2削減ポテンシャル診断ガイドライン　第１版』（環境省）
[2]『エネルギー診断プロフェショナル認定試験公式テキスト』（省エネルギーセンター）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.4.4-3　ファン・ブロワー

1．ファン、ブロワーの概要

ファン、ブロワーとは気体にエネルギーを与えて圧力を上昇させたり、気体を圧送したりする機械であり、JISB0132 では圧縮の程度によって、吐出圧力Ｐが、30kPa 未満のものをファン、30kPa≦Ｐ≦200 kPa のものをブロワーと呼ぶ。

種類は、以下の通りで用途により選定する。

表 5.4.4-3-1 ファン、ブロワーの送風方式

方式	特徴	用途
遠心式	羽根により遠心力で気体を半径方向に流動させる 効率は良くないが構造が簡単で安価	換気、冷暖房用送風機 産業用プラント送風機
軸流式	プロペラを高速回転し、翼の揚力によって気体を軸方向に流動させる。小型軽量にできる。	換気、送風、排気 トンネル換気

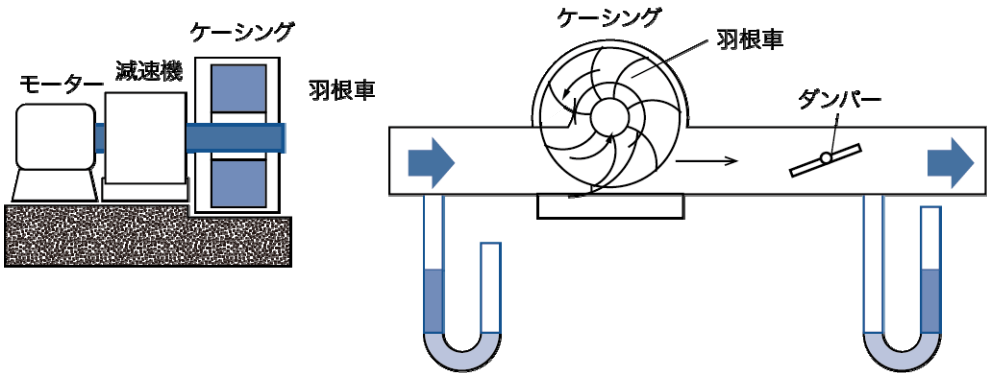


図 5.4.4-3-1 ファン、ブロワーのイメージ図

2．ファン、ブロワーで発生するエネルギーロスの例

1）負荷設備が仕事をしていない場合でも空転していることによる電力ロス
2）要求負荷以上の送風による電力ロス
3）バルブで流量調整を行なっている場合の圧力損失に伴う電力ロス
4）複数機の非計画運転による電力ロス
5）複雑な配管系による高圧損での電力ロス
6）電動機動力をファン、ブロワーに伝達する機械抵抗による電力ロス
7）経年劣化による性能低下に伴う電力ロス
8）フィルター詰りでの圧損増加による電力ロス
9）配管、継手、ダンパーなどからの漏れによる流量過剰に伴う電力ロス
１０）高効率機や高効率モーターの未採用による電力ロス

ノート

運転保守管理基準（マニュアル）を整備して順守することで防げるロスは多い。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

1）通常、中小型のものは装置内部や建物の影など人目につかないところで常時一定稼働しているため、稼働実態、性能、メンテナンス状態を意識的に把握する必要がある。

2）個別設備の運転特性と負荷設備特性（運転特性カーブ）と現状運転点を把握した上で実態に合わせた適切な対策を検討する。

3）一般的に稼働時間が長いので、ファン、ブロワーとモーターの効率改善が重要である。

4）流量はファン、ブロワーの能力だけでなく、配管の形状・長さや状態、負荷（流体を利用する設備の要求）やポンプの特性によって決まる。

5）概して新しい機器のほうが消費電力は少ないので、L2-Tech 機器やトップランナー基準を満たす機器採用が望ましい。

ノート

概してファン、ブロワーにインバータを採用するメリットは大きいので、一度は検討しましょう。

4．診断ポイントと対策技術

設備機器	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
送風機	必要稼働時以外に運転されていないか	運用改善	必要稼働条件の基準書作成	240111
	負荷側で流体が不要な時にファン、ブロワーが動いてないか（締切運転）		不要時は、停止する	240111
	定期点検は行なっているか		定期点検項目に加えて基準を作る　締切全圧が低下しているようであれば性能劣化が考えられる。	
	複数台の稼働形態は適切か		必要流量に応じた稼働機の選択	
	風量のインレットベーン制御はできないか		インレットベーンの制御	
	風量調整をダンパーで行なっていないか	部分更新・機能付加	ファンの回転数制御機能の追加	240221
			インペラカットの実施	
	大きな圧力損失が発生していないか		配管系統（口径、曲り）適正化	
	省エネベルトが使われているか		省エネベルトの導入	240231
	動力の過度な伝達ロスが生じていないか		減速機などの適正化	
	高効率ファンは使われているか	設備導入	高効率ファンの導入	
			高効率電動機への更新	240321
	ファンの容量は適正か		ファン容量の適正化	240311

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

設備機器	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
送風系	インバータが導入されている場合、流量制御用のダンパーは開放されているか	運用改善	ダンパーを開放する	
	フィルターの清掃が行なわれているか		定期的な清掃を行なう（定期メンテナンスの項目に加える）	
	ダクトの継手部分等で漏洩や不用な開放はないか		配管の漏洩防止対策を行なう	142111

参考図書

[1]『CO_2削減ポテンシャル診断ガイドライン　第 1 版』（環境省）

[2]『エネルギー診断プロフェショナル認定試験公式テキスト　平成 28 年度版』（省エネルギーセンター）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.4.5　工業炉

1．工業炉の概要

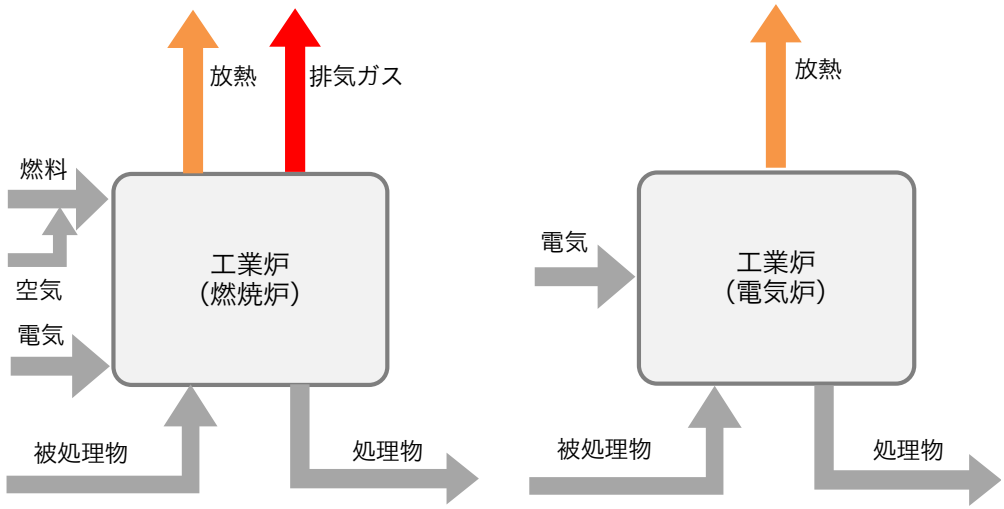


図 5.4.5-1　工業炉の概要

工業炉は、日本全体で使用されるエネルギー消費量の 18%を占め（日本工業炉協会）、省エネ・CO_2 削減ポテンシャルが非常に高い設備機器である。燃料を熱源とする「燃焼炉」と電気を熱源とする「電気炉」に大別でき、国内の全保有台数*1は約 3 万 7 千台である。炉種別では、金属用熱処理炉が最も多く全体の 24%、次いで乾燥炉 14%、非鉄金属溶解炉 12%の順となっている。また、加熱方式別では、直火式が全体の 28%で最も多く、次いで間接加熱式 20%、誘導加熱式（電気式）18%となっている。

＊1
詳細は平成 26 年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業（工業炉等における省エネルギー技術に関する実態調査）を参照

2．工業炉に特有なエネルギーロスの例

- 炉の断熱不良に伴うエネルギーロス

  断熱不良により断熱材の表面がかなりの高温になっている場合が良く見受けられる。断熱材の補強による放熱ロス低減が重要である。特に、断熱材表面から周囲に放散される放射熱量は大きく、周囲の作業環境の悪化にも繋がる。遮熱塗料（輻射熱低減用）の後塗装なども省エネ効果が大きい。

- 排熱の回収不足に伴うエネルギーロス

  特に、燃焼炉の排ガスは非常に高温であり、その排熱の回収が不十分だと大きな熱ロスに繋がる。排ガスの温度レベルごとに、目標とする排熱回収率が示されており、それらを参考にしながら、排熱回収に努めること。

- 燃焼炉については、燃焼効率の向上、熱交換器等の熱伝達効率の改善、燃料転換等のエネルギーロス低減効果が大きい。
- 電気炉については、電気ロスの削減、熱の伝達効率の向上がロス低減の効果が大きい。

ノート

燃焼炉の排熱回収率の目標値及び空気比の適正範囲は、経済産業省告示「工場または事業場におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断基準」（平成 15 年 1 月 10 日）に示されています。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

ノート

関連の工程や製造ラインを把握した上で対策を選定しましょう。受診事業者への事前相談・確認も忘れずに行いましょう。

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

- 365 日 24 時間連続運転している工業炉や連続生産している工程を止めたりすると、損害賠償問題にまで波及するケースもあるので、対策案を選定する際は生産活動への影響を十分に留意すること。
- 溶解炉等は一度導入すると数十年は使用する設備であり、それらの設備更新を提案する際には、受診事業者の将来的な事業内容を確認した上で実施する必要がある。
- 電気炉に関し、供給電圧の高電圧化や炉近くへの降圧トランス配置等を提案する場合、加熱方式によっては加熱部や電極、ヒーターの変更を伴うことがあるので、投資効果を十分見極めること。

4．診断ポイントと対策技術

設備機器	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
電気炉	配電のロスや接続部のロスが大きくないか（消費電力が大きい設備であり、電気ロスの低減は重要）	部分更新・機能付加	配線経路の短縮、供給電圧の高電圧化、降圧トランスを炉近くに配置、力率改善等の検討・実施（加熱方式によっては、加熱部、電極、ヒーターの変更が必要となるため、投資効果を見極める必要あり）	220221
	CO_2 削減のために電気事業者の変更を検討したか	電力低炭素化	電気事業者の見直し	330511
燃焼炉	空気比は適正か（空気比の目標値については前ページのノートを参照のこと）	運用改善	空気比を適正にする（不完全燃焼している場合は、バーナーの改善も検討）	250111 250121
	バーナーは高効率か	部分更新・機能付加	リジェネレイティブバーナー*2等に交換（NOx の発生等に注意が必要。炉メーカやバーナーメーカに相談のこと）	250231
	風量は適正か（製品ごとの燃焼条件に見合った炉内温度や燃焼状態になっているか）		ファン、ブロワーの運転台数制御、インバータ制御により、風量を適正化	240221
	燃料は液体燃料（重油）か（ガス燃料だと排ガスがクリーンでメンテナンス費用が低減他の副次効果もあり）	燃料転換	都市ガス等への燃料転換（LPG については、バルク貯槽*3を設置してバルク供給方式にすることで、安価に利用できることがある）	250411

＊2 リジェネレイティブバーナー

☞用語解説 1）

＊3 バルク貯槽

☞用語解説 2）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

設備機器	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
共通	乾燥温度は過剰に高くないか（製造基準を設けて管理しているか）	運用改善	乾燥温度・時間の適正値を定め、作業管理を徹底	250151
	炉圧が確認できるか、炉圧管理は適正か（炉圧が高すぎると開口部からの放炎損失、低すぎると空気侵入による損失が生じる。煙やリボン等を用いて開口部からの吸引を確認）		炉圧が適正になるように空気取入れ量や排煙構造の調整・見直しを行なう（炉圧の管理方法の管理標準の作成と確実な実施）	250141
	待機時間が長すぎないか（製品投入前、取り出し後の炉運転時間）		作業前の予熱時間の適正化、作業終了後の炉停止等の管理標準の作成と確実な実施	250151
	炉上面に配置した排気ブロワーの排気能力は適正か（排気量と吸気量のアンバランスで、排気の熱が作業エリアに漏れていないか）		排気量の適正化（工場内の異常な暑さの主原因であり、改善することで空調負荷を低減可能）	
	小さな被加熱物の取り出し時に、炉扉を全開にしていないか		親子扉等への変更可能性を検討	250131
	燃焼炉は密閉構造か	部分更新・機能付加	密閉構造への改良	
	炉壁外面温度は適正か（経済産業省告示「工場または事業場におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断基準」（平成 15 年 1 月 10 日）で炉壁外面温度の目標値を確認のこと）		断熱材を補修・追加（断熱材の耐熱温度に注意。断熱材の追加による炉温度特性の変化、補機の寿命低下に留意のこと）	250221
	排熱回収率を把握しているか。排熱回収率は適正か（経済産業省告示「工場または事業場におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断基準」（平成 15 年 1 月 10 日）で目標排熱回収率を確認のこと）		排熱回収熱交換器（レキュペレーター*4の導入（硫黄分の多い燃料を使用している場合、熱回収後の排ガス温度が酸露点を下回ると希硫酸が生じ、腐食原因となる。材質をチタンにする等の注意が必要）	250211
	設備が数十年経過し老朽化していないか	設備導入	高効率炉への更新（提案に際しては、受診事業者の将来計画を確認するよう努める）	

＊4 レキュペレーター
☞用語解説 3）

用語解説

1） リジェネレイティブバーナー

2 個のバーナーを使用して排気から蓄熱体に排熱を回収し、空気を予熱するもの。吸気・排気用送風機、蓄熱体など付加装置が多く高価であり、間欠燃焼となり燃焼管理がやや難しくなるが、単純なバーナーと比較して、工業炉の効率を 4 割以上高めることができる。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

2) バルク貯槽

定置型のガス貯槽のことで、地上式や地下式などがある。ガス消費量の多い消費者、団地・マンションなどには、容量の小さいガスボンベで配送するよりも、容量の大きいバルク容器を設置して供給した方が効率的で、低コスト化が可能となる。

3) レキュペレーター

工業炉の熱効率を高める目的で、その高温排ガスから空気側に熱回収して、空気を予熱する熱交換器。工業炉の排ガスは高温で、ボイラーの空気予熱器とは構造が異なるので、区別してレキュペレーターと称する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.4.6　冷凍・冷蔵設備

5.4.6-1　コンデンシングユニット

1．コンデンシングユニットのイメージ図と設備の概要

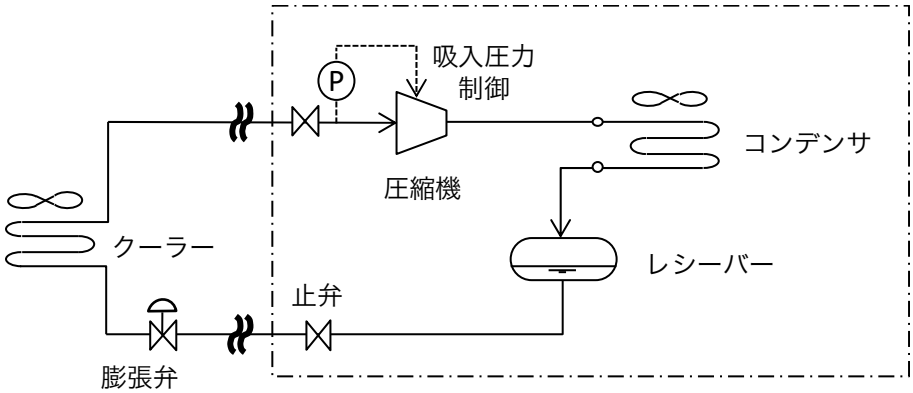


図 5.4.6.1-1 コンデンシングユニット

コンデンシングユニットとは、冷凍装置のクーラー（蒸発器）部分を除いた、圧縮機（冷凍機）とコンデンサ（凝縮器）を一体化したものである（図 5.4.6.1-1 一点鎖線部）。ユーザーは、別に調達したクーラーと本ユニットを現場にて冷媒配管にて接続し、冷凍装置を作り上げることとなる。なお、膨張弁は本ユニットには含まれず、クーラーの付属品となっている。ユニット内には、上記、圧縮機とコンデンサのほかに、レシーバー（受液器）、アキュムレーター、冷媒ドライヤーや圧縮機吸入フィルター等を含むことが多い。

コンデンサは、水冷式と空冷式があり、水冷式の場合は別にクーリングタワー（冷却塔）が必要となる。そして、水冷コンデンサの形式は、小型ユニットでは、二重管式、中・大型装置では、シェル＆チューブ式が多く使われている。しかし、近年では、高効率、コンパクト化に優れたブレイジング（ロー付）式プレート熱交換器が使用されることも多い。

一方、空冷式の場合は、空冷コンデンサの架台の下に圧縮機等、その他機器を収めた一体型ユニットの他に、空冷コンデンサを別置きし、圧縮機等ユニットと冷媒配管で結ばれたセパレート型がある。

コンデンシングユニットの冷凍サイクルは、クーラーの温度域に応じて単段圧縮と二段圧縮サイクルを使い分けることとなる。目安は、蒸発温度で－30℃程度までは、単段圧縮で行なうことが多いが、それ以下だと二段圧縮サイクルが必要となる。ただし、効率は、蒸発温度に関わらず常に二段圧縮機の方が良い。圧縮機の形式は、従来

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

主力であったレシプロ型のほか、小型には、ロータリーおよびスクロール圧縮機が、中・大型にはスクリュー圧縮機が広く使われている。

冷媒はユニット内にあらかじめ封入されているが、不足する場合は、現場で追加チャージすることになる。冷媒種類は、従来はほぼすべてフロン R22 であったが、オゾン層破壊物質としてのフロンガス規制のため、現在は、分子内に塩素原子を含まない代替フロン、主に R404A が使用されている。しかし、近年は、サイクル性能に優れた R410A が低温分野にも一部採用されるようになってきた。

なお、本節は、コンデンシングユニットであるが、本ユニットは単独で使用されることはなく、常にクーラー（蒸発器）と結ばれて、冷凍冷蔵装置として使用される。したがって、本節では、クーラーを含めた冷凍冷蔵装置の省エネについて考える。

２．冷凍設備に特有なエネルギーロスの例

●圧縮機の過剰な負荷

冷凍機の排熱は、コンデンサ（凝縮器）にて、大気（空冷）または冷却水（水冷）に放出される。この時、凝縮器の性能が劣化していると圧縮機吐出圧力が上昇し、圧縮機の消費電力が増える。

●冷却能力の低下

冷蔵倉庫の冷却は、クーラー（蒸発器）にて、庫内空気を冷却して行なわれる。この時、クーラーの性能が劣化していると圧縮機の吸入圧力が低下し、冷却能力が低下する。そのため、冷凍機負荷率が上昇し、冷凍機の消費電力量が増加する。

●冷蔵庫の余計な負荷

低温冷蔵庫は外気と大きな温度差がある。外気からの熱侵入防止が求められる。

●冷却設備の老朽化

コンデンシングユニット本体の他、クーラーや冷却塔もあわせて老朽化した設備の高効率設備への積極的な更新が求められる。

３．対策候補選定時に考慮すべき事項

●圧縮機の過剰な負荷

コンデンサ（凝縮器）の伝熱性能が落ちると、冷媒凝縮温度が上昇し、冷凍機の消費電力が増加する。この伝熱性能の低下は、冷媒凝縮温度と放熱先媒体（空気または冷却水）との温度差の拡大で確認できる。したがって、凝縮温度の監視は重要である。なお、冷媒凝縮温度は、圧縮機吐出圧力の飽和温度として冷媒熱物性表（またはモリエル線図）から読み取ることができる。また、伝熱性能の低下要因として、

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

伝熱管の汚れ等による伝熱係数の低下の他に、放熱先媒体の流量不足もあることに留意が必要である。さらには、冷凍機負荷率により、この熱交換に必要な温度差が大きく変わることも同じく留意しなければならない。

●冷却能力の低下

クーラー（蒸発器）の伝熱性能が落ちると冷媒蒸発温度が低下し、冷却能力が低下する。この伝熱性能の低下は、庫内温度と冷媒蒸発温度との温度差の拡大で確認できる。したがって、蒸発温度の監視は重要である。なお、冷媒蒸発温度は、圧縮機吸入圧力の飽和温度として冷媒熱物性表（またはモリエル線図）から読み取ることができる。

蒸発温度の低下要因としては、着霜による伝熱性能の低下が最大であろう。着霜は霜層が大きな熱伝導抵抗になるばかりではなく、クーラーの通風路を狭くし、風量低下をきたすことによる悪影響が大きい。このほか、蒸発温度低下の要因として、膨張弁の不調、冷媒不足等が考えられる。

●冷蔵庫の余計な負荷

冷蔵庫の最大負荷は、入出庫の際に生じる外気の侵入である。冷蔵庫にはこの負荷を軽減するため、前室（準備室）が設けられているが、前室が本来の役割（庫内と外気の緩衝帯となる）を果たしていない場合が散見される。

入出庫の際の内外空気の置換の最小化（エアーカーテンの有効利用）、前室の温度管理等が大切である。また、庫内照明の不要時消灯も大切である。照明の白熱灯から LED 灯への更新も有効である。

●冷却設備の老朽化

圧縮機のインバータ化、容積型圧縮機の高効率化、電子式膨張弁の採用他、高効率機器の採用が望まれる。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

４．診断ポイントと対策技術

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
負荷設備	冷蔵等品等の量および配置方法を設定しているか	運用改善	各冷蔵等品等につき配置方法を設定する	
	複数の冷蔵設備等の負荷を調整しているか		負荷の調整方法を設定する	
	断続運転が可能な設備の運転を集約しているか		断続運転が可能な設備の運転集約化	
	冷蔵庫等内の温度を設定しているか		各冷蔵等品等の保管温度を設定する	
	熱媒体の温度、圧力および流量冷蔵庫等内の温度、冷蔵等品等の量と配置を計測記録しているか		熱媒体の温度、圧力および流量冷蔵庫等内の温度、冷蔵等品等の量と配置の計測記録	
	冷蔵庫等制御盤の電圧および電流を計測記録しているか	運用改善	冷蔵庫等制御盤の電圧および電流の計測記録	
	冷蔵等用伝熱面の汚れ、着氷等を除去しているか		伝熱面の清掃、着氷の除去	
	冷凍庫内のクーラーのファンが、サーモによる冷却停止中も運転しているか		冷却停止中はクーラーファンの運転停止	
	ショーケースの夜間・非営業時における漏気損失が大きいか	部分更新・機能付加	ショーケースにナイトカバーの設置	260211
	断熱材、シールパッキン等が健全であるか		断熱材、シールパッキン等の交換、補強	
	冷蔵庫内の照明が白熱灯で、点灯時間が長いか		冷凍冷蔵設備の照明のＬＥＤ化	260231
	冷蔵庫の入出庫時に多量の冷気の漏出があるか		冷凍冷蔵設備におけるエアカーテン、ビニールカーテンの設置	260221
冷凍設備	冷凍機の吐出圧力が高過ぎないか	運用改善	水冷凝縮器の清掃	
			空冷凝縮器のショートサーキット解消	
	冷凍機の吸入圧力が低過ぎないか		冷凍機運転の改善	260141
			デフロストの確実な実施	260131
	庫内温度の異なる冷蔵庫内に設置されたクーラーが共通の冷凍機に吸引されているか	部分更新・機能付加	冷却系統の適正化（EPR の廃止）	
	適切な断熱保温材を施しているか		断熱保温の強化	
	エネルギー効率の高い熱交換器を採用したか	設備導入	高効率冷凍・冷蔵設備の導入	260311
	熱媒体の輸送配管経路の合理化および冷凍機の分散化等により放熱面積を低減しているか		熱媒体の輸送配管経路の合理化および冷凍機の分散化	

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.4.6-2　ブラインクーラー

1．ブラインクーラーのイメージ図と設備の概要

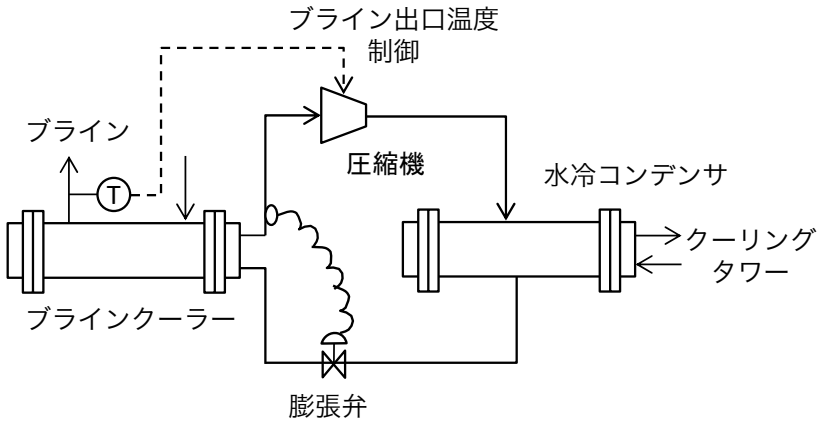


図 5.4.6.2-1 ブラインクーラー

ブラインクーラーとは、ブライン（不凍液）を冷却する冷凍装置である。構成は、図 5.4.6.2-1 に示す通り、ブラインクーラー部を除いて通常の冷水チラーとまったく同じである。ブラインを使用する冷却装置はブラインを介して被冷却物を冷却するため、冷媒で直接冷却する方式に対して間接冷却方式と呼ばれている。そのため、ブラインを二次冷媒ということもある。低温ブラインは、スケートリンクの結氷やトンネル工事の土壌凍結、あるいは地中熱ヒートポンプの採熱用熱媒体としての他、化学工場、医薬品工場、食品工場等に広く使われている。

図 5.4.6.2-1 のコンデンサは、水冷式に代えて空冷式もある。また、ブラインクーラーは図のシェル＆チューブ式に代えてブレイジング（ロー付）式プレート熱交換器が使われる場合もある。さらには圧縮機にターボ冷凍機等を搭載した大型装置においては、シェル＆チューブ式蒸発器の構造が、通常の乾式に代えて満液式*1 が使用される。

ブラインとしては、塩化カルシウムや塩化ナトリウム等の無機塩水溶液のほか、腐食性の少ないエチレングリコールやプロピレングリコールのグリコール系、さらには−25℃以下の低温用にはアルコール系の有機物水溶液が使われている。水溶液濃度は、ブラインが凍結しないよう使用温度（ブラインクーラー出口温度）より少なくとも 5℃以上低い凍結点となるよう調整される。現在は、有機系ブラインの使用が多く、通常は安価で熱特性に優れたエチレングリコールが多く使われている。しかし、食品工場では、有害性回避のためプロピレングリコールが使われている。

*1 **満液式蒸発器**
シェル＆チューブ式蒸発器で、管内冷媒、シェル側ブラインを乾式と言い、逆にシェル側冷媒、管内ブラインを満液式という。満液式は、大型蒸発器に適用され、効率が良い。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

2．ブラインクーラー特有なエネルギーロスの例

●圧縮機の過剰な負荷

冷凍機の排熱は、コンデンサ（凝縮器）にて、大気（空冷）または冷却水（水冷）に放出される。この時、凝縮器の性能が劣化していると圧縮機吐出圧力が上昇し、圧縮機の消費電力が増える。

●冷却能力の低下

ブラインクーラーは、ブラインから冷媒の蒸発熱を奪うことによりブラインを冷却する。この時、クーラーの伝熱性能が劣っていると圧縮機の吸入圧力が低下し、冷却能力が低下する。そのため、冷凍機負荷率が上昇し、冷凍機の消費電力量が増加する。

●ブラインクーラーの老朽化

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

●圧縮機の過剰な負荷

「5.4.6-1　コンデンシングユニット」参照。

●冷却能力の低下

ブラインクーラー（蒸発器）の伝熱性能が落ちると冷媒蒸発温度が低下し、冷却能力が低下する。この伝熱性能の低下は、ブラインクーラー出口のブライン温度と冷媒蒸発温度との温度差（アプローチという）の拡大で確認できる。したがって、蒸発温度の監視は重要である。なお、冷媒蒸発温度は、圧縮機吸入圧力の飽和温度として冷媒熱物性表（またはモリエル線図）から読み取ることができる。

蒸発温度の低下要因としては、伝熱管の汚れによる伝熱性能の低下のほか、膨張弁の不調、冷媒不足等が考えられる。また、ここで注意が必要なのはブラインの流量が不足した場合である。この時、先のアプローチは大きくならないが、冷却能力が不足する[*2]ので、冷凍機負荷率が上昇し、消費電力を増加させる。

●ブラインクーラーの老朽化

ブラインクーラー形式の変更。乾式から満液式へ、シェル＆チューブ式または二重管式からフレート熱交式への更新等、高効率化更新が求められる。

＊2　冷却能力が不足

ブライン流量が増加すると、負荷設備では冷却能力過大となり、ブライン温度の上昇を求めてくる。すなわち、ブラインクーラー出口ブライン温度の設定値を上昇させることができる。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
負荷設備	冷却温度の高い負荷を低温ブラインで冷却していないか	運用改善	ブライン温度の適正化	
ブラインクーラー	冷凍機の吐出圧力が高過ぎないか	運用改善	水冷凝縮器の清掃	
			空冷凝縮器のショートサーキット解消	
	冷凍機の吸入圧力が低過ぎないか		冷凍機運転の改善	260141
	負荷の要求に対してブライン温度は低過ぎないか		ブライン出口温度の緩和	

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.4.7　排水処理設備

1．排水処理設備の概要

工場排水は、製造品目によって排水の性状はさまざまであり、したがって、その処理方法も多種多様であるが、基本的にはまず排水に懸濁している夾雑物や油分を除去する前処理、排水中の溶解物を除去する二次処理、必要に応じさらに処理水の微量成分を除く三次処理（高度処理）が行なわれる。同時に除去された固形物を処理する汚泥処理が付随している。処理された排水は、下水や河川に放流されたり再利用されたりする。処理のイメージとして、食品工場及び機械工場の処理フローを下記に示す。

1）食品工場排水

表 5.4.7-1　食品工場
排水の処理工程例

No.	工程	内容
1	前処理	一次処理とも呼ばれ排水中の夾雑部をスクリーン等で除去する
2	嫌気消化	36℃程度に加温し、嫌気性細菌で分解してメタンを生成する
3	凝集	微細な懸濁物を高分子凝集剤等により結合し大きくする
4	曝気（活性汚泥処理）	嫌気性消化で汚泥を分離した脱離液を好気性微生物で処理する
5	加圧浮上	加圧装置で空気を溶解し微細気泡を発生させ懸濁物を浮上捕集
6	脱水	ベルトプレス、遠心分離機等で汚泥を脱水し減容化する
7	殺菌	必要に応じ塩素等で殺菌し放流する

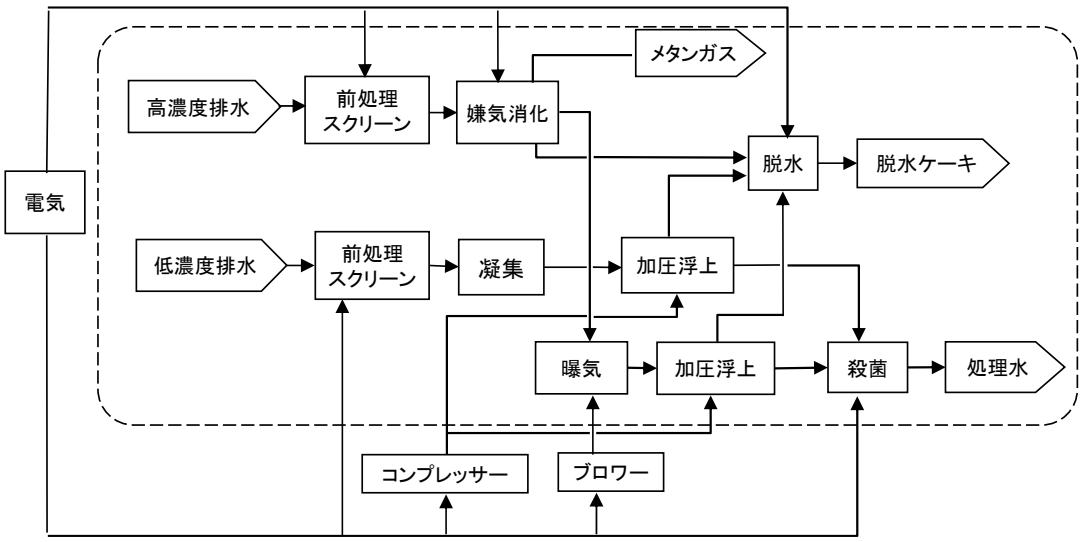


図 5.4.7-1 食品工場排水処理工程の例

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

２）機械工場排水

機械工場からの排水としては、切削油を主とする排水、塗装工程からの排水、メッキ工程からの排水等があり、それぞれ処理方法は異なるが、一例として水溶性切削油を主とする排水の処理例を示す。

表 5.4.7-2 機械工場排水の処理工程例

No.	工程	内容
1	流量調整	排水の性状を均一にし、流量を調整する
2	乳化分解	水溶性切削油の乳化状態を分酸等で分解する
3	混和	PAC（ポリ塩化アルミ）等を加えて混和する
4	凝集	無機助剤を加えて凝集フロックを生成する
5	沈殿	凝集した固形物を沈殿分離する
6	脱水	フィルタープレス、プレコートフィルター等で脱水する

なお、民間の工場の排水処理設備で使用されるエネルギーは、ほぼすべてがブロワー、ポンプ、脱水機等を駆動する電気である。特殊な例としては、脱水した汚泥を燃焼式乾燥機で乾燥して重量、体積を減らしてから最終処理する場合もあるが、ほとんどは脱水ケーキの状態で処理業者に引き渡し最終処分場に埋められる。したがって、排水処理設備に由来する CO_2 排出量は、すべて電気によると考えて差し支えない。

２．排水処理設備のエネルギーロスの例

・ブロワーによる過剰な曝気：好気性処理においては、ブロワーで空気を送り、排水中の溶存酸素濃度（DO）を維持する必要があるが、下限値(2mg/L 程度)を大幅に超えることはブロワー動力の損失となる。
・ブロワーの絞りによる損失：ブロワー風量をダンパーで制御すると抵抗損失が発生する。
・ポンプの絞りによる損失：流量をバルブで調整する抵抗が増加し損失となる。

３．対策候補選定時に考慮すべき事項

・工場排水は製造品目、その生産量が変わるため排水処理設備に流入する原水の性状は変動が大きい。したがって、安全をみて曝気風量や凝集剤の注入量が過剰になりがちである。曝気の風量制御など自動化のできるものは検討すべきである。
・ポンプやブロワーをインバータによる回転数制御に変更する場合は、揚程や圧力が低下するので検討が必要である。
・微細散気装置は目詰まりしやすいので、容易に清掃できるよう考慮すること。
・ポンプやブロワーのモーターをプレミアム効率のモーターに変更するときは、回転数上昇による負荷増加、起動電流増加に注意が必要である。
・汚泥に油分が多く含まれている場合は、十分なフロックを形成する凝集剤の選定が必要である。十分なフロックが形成できないときは、脱水機の選定に注意する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

この場合、フィルタープレスやプレコートフィルターが適している。

4．診断ポイントと対策技術

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
脱水機	脱水機運転条件が含水率を低くする設定に調整されているか	運用改善	運転条件の再設定	
	真空フィルター等、ケーキの含水率が高い脱水機が使われていないか	設備導入	ベルトプレス等の低い含水率が得られる機械に更新する（動力の増加とケーキ処分エネルギーの合計で評価）	
ブロワー	溶存酸素濃度（DO）が適切に管理されて必要最小限の曝気量となっているか	運用改善	曝気用ブロアの操業に応じた運転停止	270111
	負荷の低い夜間、休日等に風量を削減しているか		回転機械の不要時停止	240111
	ブロワーの風量制御をダンパーで行なっていないか	部分更新・機能付加	曝気用ルーツブロワーのインバータ制御の導入	270211
	大規模排水処理設備でルーツ型ブロワーが使われていないか	設備導入	インバータ型高効率ターボブロワーに更新	
散気装置	酸素溶解率の高い微細気泡発生装置を使っているか	部分更新・機能付加	散気装置の変更	
コンプレッサー等	ポンプの流量調整をバルブで行なっていないか	部分更新・機能付加	インバータによる回転数制御にする	240222
	ポンプやブロワー等にプレミアム効率のモーター（IE3）が使用されているか	設備導入	プレミアム効率モーターに変更する	240321
	スクリューコンプレッサーは吸入弁絞りで風量調整していないか	設備導入	適正容量の高効率コンプレッサーの導入	141311
受変電設備	効率の悪い変圧器が使われていないか	設備導入	高効率変圧器への更新	220311

参考図書

[1]『産業廃水処理技術移転マニュアル』（海外環境協力センター）

[2]『水質汚濁防止技術概論』（培風館　化学工学協会編）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.4.8　再生可能エネルギー設備

1．再生可能エネルギー設備の概要

太陽、バイオマス、地熱、小水力、河川熱・下水熱などの再生可能エネルギーの利用形態は、発電利用、熱利用、燃料化の３つに大別できる。資源と利用形態により主な再生可能エネルギー技術を整理すると表 5.4.8-1 のようになる。

表 5.4.8-1　再生可能エネルギー技術

利用形態 / 資源	発電利用	熱利用	燃料化
太陽	太陽光発電	太陽熱利用システム パッシブソーラーシステム（採光含む）	
木質バイオマス	直接燃焼発電 ガス化発電	直接燃焼ボイラー	ペレット製造 ウッドチップ製造 ガス化炉
食品バイオマス	メタン発酵ガス発電システム		メタン発酵システム
地熱・地中熱	地熱発電 温泉発電	地中熱利用 ヒートポンプ	
小水力	水道送水余剰圧利用発電 水道送水路落差利用発電		
河川熱・下水熱		河川熱・下水熱ヒートポンプ	

2．再生可能エネルギー設備に特有なエネルギーロスの例

●需要と供給のミスマッチ

太陽エネルギー、木質バイオマスの供給量には季節変動があり、熱利用の場合、冬には需要に比べて供給が不足し、夏には逆に供給が過剰になる傾向がある。供給過剰で貯湯でも対応できなければ、余剰分はロスになる。

木質バイオマスの熱利用では、木屑等の廃棄物の減量を主目的として焼却が行なわれ、必ずしもエネルギーを全量利用していないことがある。

●日蔭等による出力減少

日射があっても樹木や建物により日蔭を生じると、利用可能な太陽エネルギー量が減少する。同様に、太陽光パネル面の汚れや積雪によっても利用可能な太陽エネルギー量が減少する。

太陽光発電等の余剰電力を配電線に送ると配電線の電圧が適正範囲（標準電圧 100V の配電線の場合 101±6V、標準電圧 200V の配電線の場合 202±20V）を逸脱するが恐れがある場合は、太陽光発電等の出力を絞る必要がある。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

●ポンプ動力損失

太陽熱利用システム、地中熱利用システム、河川熱・下水熱利用システムでは、水や冷媒を循環させるポンプを使用するため、できるだけポンプ動力を低減することが重要である。ポンプの揚程が配管圧力損失だけで決まるクローズドループ方式に比べて、取水口と吐出口の高低差もポンプの揚程に加わるオープンループ方式はより多くのポンプ動力を必要とする。

●木質燃料の不適切な水分管理による損失

バイオマスボイラーで指定値よりも多くの水分を含む木質燃料を使用すると、定格出力が得られず、出力を維持するために余分な燃料消費が必要になる。また、不完全燃焼によりボイラーに負担がかかり維持管理コストが増大する恐れもある。

逆に、指定値よりも水分が少ない木質燃料を使用すると、発熱量が大きすぎるため排ガス損失が増加する可能性がある。また、燃焼が速すぎて燃料消費量が増えてしまう恐れもある。

表 5.4.8-2　木質燃料の燃料特性

	ペレット	薪	湿潤チップ
湿量基準含水率(%)*1	10	25	50
低位発熱量(MJ/kg)	15.5	14.2	9.5
灰分(%)	木部：0.5～1.0　　樹皮：3～5		

＊1　**湿量基準含水率**
木質燃料の全重量（＝木質成分の重量+水分の重量）に占める水分の重量の割合

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

●工場端材、間伐材等の焼却灰は肥料などとして再利用できるが、建築系廃材には重金属の混入が懸念されるため、焼却灰は産業廃棄物として処理しなければならない。

●木質燃料は着火と出力増加に時間がかかるうえ、発停時の排ガス管理が難く、低負荷時には不完全燃焼する恐れがある。そのため、バイオマスボイラーの出力調整は難しい。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．診断ポイントと対策技術

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	対策番号
太陽光発電	アレイ面の汚れにより発電出力が影響を受けていないか	運用改善	アレイ面を洗浄する（専門業者に依頼する。高圧水、ブラシ、溶剤、研磨剤、強い洗剤は使用しない。できるだけ低日射時に行うことが望ましい）	
	樹木や建物の日陰がかかって出力が大きく減少していないか	運用改善	（可能であれば）樹枝等を剪定除去する	
		設備導入・更新	ストリングインバータやマイクロインバータを採用する	
太陽熱給湯	事業所の熱需要の大きさに対して、太陽熱給湯の割合（太陽依存率）が高すぎないか	運用改善	太陽依存率は、給湯負荷の小さい夏期の晴天日に 100%以上にならないようにする	
地中熱ヒートポンプ冷暖房	ヒートポンプ入力電力に対して搬送ポンプ動力が大きくないか	部分更新・機能付加	ポンプ動力を抑制する流量制御を採用する	
	地中からの年間採熱量（暖房）と地中への年間放熱負荷（冷房）がバランスしているか（バランスが取れていないと長期的に地中温度が変化し、システムの効率が悪化する）	部分更新・機能付加	地中への放熱負荷が過大である場合は、冷却塔を併用する	
バイオマスボイラー	最低出力以上で連続運転できているか	運用改善	貯湯槽の活用や他の熱源と負荷分担等により連続運転を行なう	
	燃焼空気量は適切か	運用改善	バイオマスの空燃比は 6.3（バイオマス 1g に対して理論空気 6.3g）、最適な空気比は 1.25～1.40 である	
	・ボイラーに関するその他の対策　☞ 5.3.2　蒸気システム			

ノート

ここでは現時点で導入量が多い設備に関する診断のポイントと対策例を挙げています。

第1章
第2章
第3章
第4章
第5章
第6章

参考資料

[1]『太陽光発電システム保守点検ガイドライン』（日本電機工業会・太陽光発電協会）
[2]『平成 21 年度　業務用太陽熱利用システムの設計ガイドライン』（独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構）
[3] 中村靖、他『技術センターにおける少水量対応地中熱ヒートポンプの導入と性能検証』、日本建築学会技術報告集第 21 巻第 49 号 1139-1142 (2015)
[4]『木質バイオマスボイラー導入・運用にかかわる実務テキスト』（林野庁）
[5]（一社）日本木質ペレット協会ホームページ

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5.4.9　EMS

1．EMS とは

EMS（エネルギー・マネジメント・システム）とは、ビルや工場等のエネルギー使用機器を管理して、電気、ガス、熱などのエネルギー使用状況の「見える化」や、設備や機器の運用状況をエネルギー的観点から最適化するシステムのことである。IoT（Internet of Things）を用いてエネルギー使用状況を把握・管理し、省エネルギーや負荷の平準化等に留意しながら、エネルギーの合理的使用に繋げるものであり、省エネ法（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）でも、その重要性が明記されている。

EMS は、業務用ビル、工場、家庭など、対象の違いによって BEMS（Building Energy Management System）、FEMS（Factory Energy Management System）、HEMS（Home Energy Management System）などと呼ばれる。

図 5.4.9-1 に FEMS の概念図を示す。

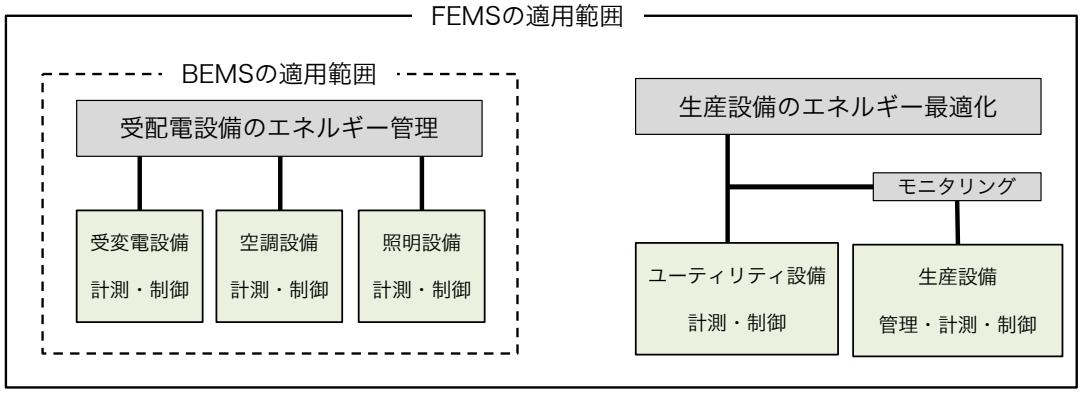


図 5.4.9-1　FEMS の概念図

2．導入の容易化が進む EMS

クラウド、センサーネットワーク、スマートフォン等の新しい技術の登場により、以前よりも EMS 導入の敷居は低くなってきている。

従来、BEMS は主に延べ床面積 1 万 m^2 以上の大規模ビルを中心として建物ごとに個別のシステムが構築されてきたが、最近ではクラウド技術を用いて複数の中小既築ビル等ビルと集中管理センターを接続し、需要家の電力消費量の把握と節電を一元的に管理できるクラウド型 BEMS（図 5.4.9-2）が利用可能になっている。気象データや電力需給状況などの外部情報を利用した設備・機器の最適運用やデマンド制御などのサービス提供も行なわれている。クラウド型 BEMS を用いれば中小ビルでも低コストで BEMS を構築可能である。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

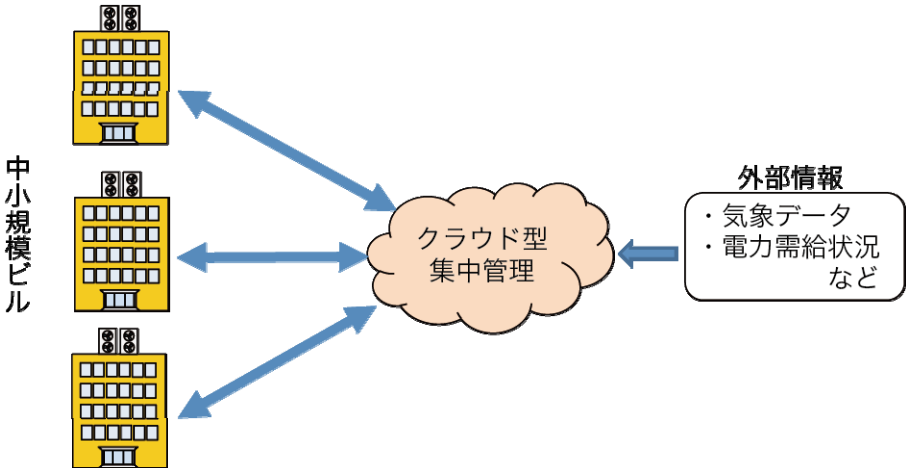


図 5.4.9-2　中小ビルに対するクラウド型 BEMS の導入

EMS による省エネルギーの基本となる計測や「見える化」の部分で、計測機器・センサーの無線化やデータ収集機能の向上が進んでいる。無線センサーネットワークの概念図を図 5.4.9-3 に示す。

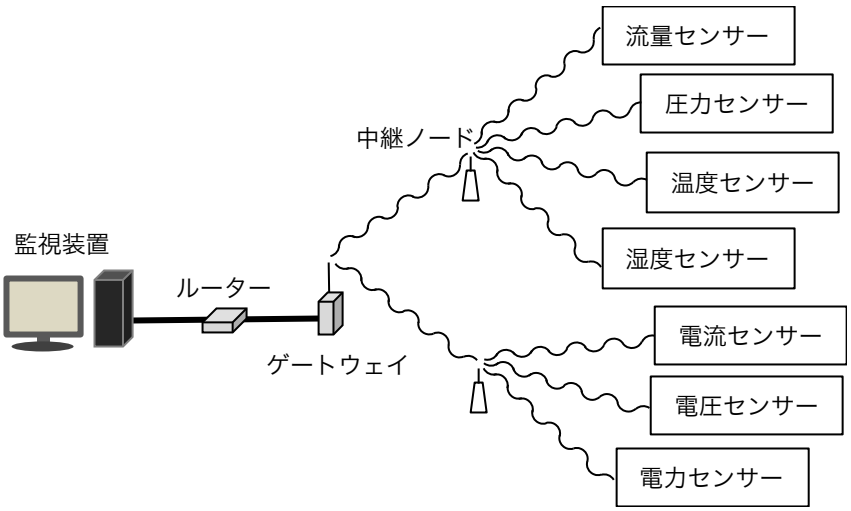


図 5.4.9-3　無線センサーネットワークの概念図

ノート

無線計測器や無線センサーを用いることにより、設置の手間と費用を削減することが可能です。

無線計測器や無線センサーを利用することで配線工事が不要になり、設置の手間と費用を大きく削減できる。また、監視装置とスマートフォンを接続することにより、簡便にデータの見える化を実現することもできる。

無線センサーは、計測点の追加、撤去、移動が容易であり、回転体に直接設置することもできるなど、有線センサーにはない特徴がある。最近では、無線化したガス検知器や緊急遮断弁操作端装置などの製品も利用できるようになってきており、安全管理への応用も注目されている。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3．EMS 導入のメリット

EMS の導入により、人手では困難なデータ収集、分析、省エネ対策が容易となる。また、Plan（対策・運用改善）➡ Do（運用）➡ Check（見える化・効果確認）➡ Action（分析・改善）のサイクルを回すことで、継続的なエネルギー消費原単位管理などの省エネの取り組みを実現できる（図 5.4.9-4）。

以下に、EMS 導入による過去の省エネ事例を紹介する。

① S 健康食品メーカー

EMS の導入によりエネルギー削減率 9.7%を達成した。電力使用量を見える化し社員に周知した結果、社内全体の省エネ意識がさらに高まった。

② T 機械メーカー

EMS 導入と設備更新により、エネルギー使用量を 15.4%削減した。市販の EMS 機器を購入して社内でシステム構築したことにより、投資額も抑制できた。

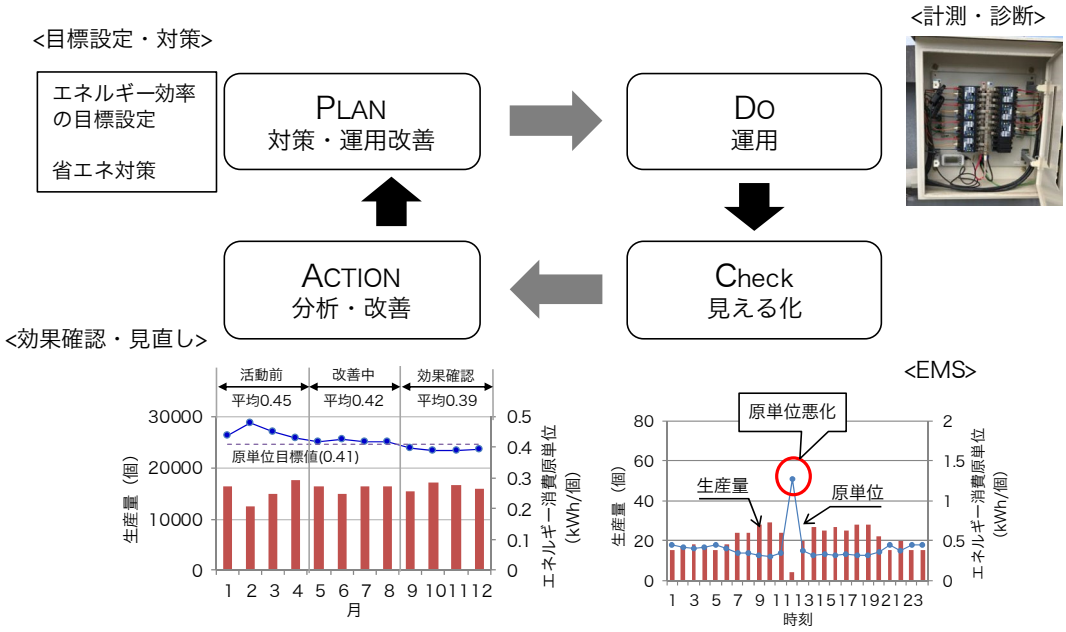


図 5.4.9-4　エネルギー消費原単位管理の取り組みの PDCA サイクル

参考資料

[1]『省エネルギー』Vol.69/No.9 特集「センサを活用したエネルギー管理の基本」(2017 年 9 月)

[2] 用語解説　無線センサネットワーク、建設電気技術 Vol.159 (2007.年 9 月)

[3] 長谷川、林、工業用無線の特徴および導入状況と国際標準化動向、計測と制御 第 55 巻第 12 号（2016 年 12 月）

[4]『国際標準のエネルギー管理手法～エネルギー管理指標(EnPI)導入ガイド～』（JEITA エネルギーマネジメント標準化専門委員会）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

コラム

エネルギーマネジメントシステムの表記

事業者がエネルギー使用の方針・目的・目標を設定し、計画を立て、手順を決めて実施するためのしくみ（エネルギーマネジメントシステム）を確立する際に必要な要求事項を定めた国際規格である ISO50001 では、エネルギーマネジメントシステム（Energy Management System）を EnMS と表記している。それは、ISO14000 シリーズとして先行して規格化された環境マネジメントシステム（Environmental Management System ）が EMS と表記されており、それと区別する必要があるためである。

一方、エネルギー使用状況の見える化、エネルギー機器の最適運用などを目的とする HEMS（Home Energy Management System）、BEMS（Building Energy Management System）、FEMS（Factory Energy Management System）等のツールでは、エネルギーマネジメントシステムを EMS と表記している。

5.4.9 節では後者の意味のエネルギーマネジメントシステムについて述べており、EMS という表記を採用している。