

～ 省エネ対策優良取組事例とチェックポイント集 ～

平成 27 年 6 月 滋賀県琵琶湖環境部温暖化対策課

1. はじめに

平成 25 年度および平成 26 年度に実施した事業者行動計画書制度に関する事業所訪問調査において、県内事業所において温室効果ガスの排出量の削減のために実施されている取組についての現地確認を行いました。

ここではその中から、次の視点で優れている事例と、さらに一歩取組を進めるうえでのヒントとなりうるチェックポイントを取りまとめました。

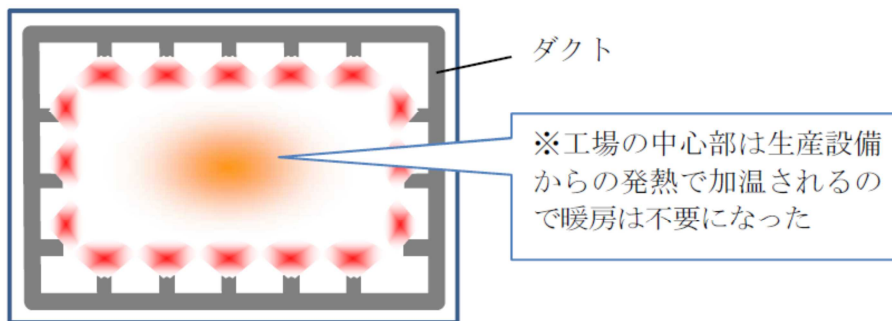
① 発想・着眼評価	事業内容に即した自らの創意工夫、現場からの斬新な発想や着眼、的確な視点についての評価
② マネジメント評価	設備担当だけでなく生産担当等の現場を担う職員の参画、対策の継続性についての評価

なお、温室効果ガスの排出抑制には、設備投資も必要ですが、ここでは、「多大な費用をかけずに、社員や組織の工夫次第で実践可能な事例」を中心に取り上げています。

2. 優良取組事例

(1) 発想・着眼の面で優れた事例 ～製造現場の省エネアイデア～

- ・動力源を使用せず無動力で設備を駆動させる『からくり装置』や、架台降下時の廃棄エネルギーを利用し発電させる装置といった、生産ラインの固定エネルギーを削減するための従業員自作の装置を設置している。
- ・工場内の荷物の運搬について、水平移動の運搬作業は手押し台車を使用して人力で運搬することとし、フォークリフトは運搬車への積み上げなど荷物の上げ下げのみに利用する。
- ・工場内の暖房用のダクト配置は、扉の開閉等の作業内容や位置をふまえて検討し、工場の壁に沿ってダクトを配管し、工場の四方から温風を送るように変更した。(→下図参照)



- ・担当者が主体的に情報収集し、より大規模な事業所で実績のある事例を自社設備に適用して、エネルギー効率改善のための装置を自作して取り付けたり、経年劣化によりエネルギー効率が低下していた装置の改良を行ったりしている。
- ・成形機のヒータ部を断熱材で覆い、放熱を抑える。
- ・乾燥ラインを改造して生産性を向上させるなど、生産ラインのプロセスを改善した。
- ・事業所において最もエネルギー使用量の大きいガス加熱炉について、メーカーからの意見を聞くとともに、設計段階から積極的に関与し、独自の考え方でガス加熱炉を改造し、主に以下の燃費向上対策を行った。

- ①加熱炉の煙道を横に倒し、廃熱を利用して材料を加熱
- ②レキュペレーター（熱交換器）を使用し燃焼エアーを高温化

- ・静電気による発火防止のため、工場内に加湿が不可欠なエリアがある。以前は蒸気による加湿を行っていたが、ボイラー負荷を低減するために、純水（RO 水）によるミスト加湿に変更した。（→右写真参照）



- ・ミスト加湿設置については設置工事を外注せず、社内で施工した。
- ・乾燥用空気の除湿に使用するシリカゲルは、定期的に再生（乾燥）させる必要がある。シリカゲルの再生にはボイラー蒸気で加温した空気を使用するが、再生後の廃熱と次回再生に向けて取り入れる空気を熱交換させて事前に予熱しておくことで、ボイラー負荷を低減させた。
- ・コンプレッサの廃熱を有効活用するために、水冷式から空冷式に変更した。また、廃熱を回収するダクトの保温を強化することにより廃熱回収率を高めた。回収した廃熱（60℃～75℃）は乾燥機（60℃）へ投入、その後、工場内梱包場の空調（23℃～25℃）で活用という段階的な廃熱利用システムとした。

(2) 組織マネジメントの面で優れた事例

① 生産現場への省エネ意識の徹底

- ・空気系統のエアリーク対策として、従業員がエアリークの状態を体感できるよう、エアリーク音を確認できるデモンストレーション装置を自作し、工場の一角に設置した。（→写真参照）
- ・設備のスイッチや操作弁等に、日常作業での省エネ取組に対する CO2 削減量・経費削減量・責任者等を掲示して、省エネに対する意識付けを図る。



- ・従業員へ省エネや環境対策についての教育を行う、環境道場という名前の教育場所を設けた。
- ・環境道場では従業員が実際に省エネ対策を体験できる設備も設置されており、圧縮空気のエアリークについてはベビーコンプレッサーを用いて、エアリークを発見した場合の対処方法を習得することができる。(→右写真参照)
- ・環境道場は社長、工場長を含め、従業員全員が毎年参加することになっており、道場入口の名札によって、修了、未修了が識別できるようにした。



② 生産現場と設備担当の連携

- ・設備の故障や破損などの対策が必要な箇所は、生産現場がエフ*をつけ、施設管理部署が計画的に改修するなど、省エネに対する生産現場と施設管理部門との協力体制が確立している。

※エフ（絵符）：不具合の発生を周知して処置漏れを防ぐために、設備の不具合のある箇所につける札のこと。

- ・2回/年、エアリーク撲滅活動月間と位置づけ全社的活動を実施、工場内にエアリーク撲滅を呼び掛ける掲示を行った。(→右写真参照)
- ・事務局および設備技術部署による工場内エアリーク点検を実施し、エアリーク箇所に札をつけ、担当部署が計画的に補修するなど早期把握・早期対策を実施した。



③ 省エネ推進組織の運営上の工夫

- ・各部長を推進統括者として実践することで幹部の責任を明確にする。取組内容は毎月の幹部会議で報告し、改善を図る。
- ・全部門一丸となった省エネパトロールを実施し、生産現場等と直接やり取りをして、早期の改善を図る。
- ・定期的な社内での協議などにより、省エネ意識を継続する。
- ・部署ごとに省エネ目標を設定、この目標を達成するために各部署が立案した対策を一覧表で管理し、二か月に一度進捗をフォローした。また、各部署が対策を立案する際に役立つように省エネ対策をデータベース化し、全社員が参照できるようにした。
- ・各職場に省エネ目標を設定するとともに目標達成のための計画書と取組の実施状況に関する報告書の提出を求めた。また、各職場から選出された委員で構成される省エネ委員会を設置し、省エネ事例の収集、紹介をするとともに、各職場から提出された計画書等の内

容を確認し、アドバイスをを行った。

- ・省エネルギーの推進体制として、製造・技術部門の係長クラス以上はエネルギー管理員の資格を取得し、省エネ技術を共有化した。
- ・カレンダー上に毎日の電力使用量をグラフ化した「電気カレンダー」を作成し、使用量変動の要因分析と削減対策の立案に活用している。
- ・社内LANを活用し、「エネルギーフロー図」「省エネ実践事例」「電気カレンダー」を公開し、従業員全てが確認できる環境を構築した。
- ・取締役を議長とし、社員2名、パート2名で構成される省エネ委員会を定期的に開催した。省エネ委員会における決定事項については、朝礼で全従業員に周知した。

④ 省エネ推進に向けた工夫

- ・省エネに関する工事の償却期間を長くするよう見直した。
- ・廃棄物を徹底して分別して有価物として売却し、その資金を省エネ対策に投資。
- ・生産日の集約化を図り、生産停止日をかためて機械の電源オフを行い、電力使用を削減。
- ・社内イントラネットで過去の省エネ事例を共有し、水平展開を図る。
- ・小集団活動として、省エネルギー等の対策が実施された場合には、対策を行う前の問題点、対策内容、対策結果について、社内報告によって情報共有を行った。対策結果についてはその効果量についても情報共有された。
- ・デマンド監視装置が導入されているが、自動での電源遮断等の対応が困難な電源回路設計になっているため、社内ルールをつくり、マンパワーのデマンド調整を行った。デマンドの超過が予測される場合は警報発報（警報ブザー・ランプ→右写真参照）とともに各グループ長へ連絡を入れ、重要度の低い電力負荷を手動で切る取組を行った。



⑤ セクションごとの取組の見える化の工夫

- ・セクションや製造ラインごとに、エネルギー使用量や原単位等をグラフ化し、社員の目につく場所に掲示する。
- ・取組計画と実績を掲示し、計画を下回った場合の原因を現場からあげてもらう。
- ・掲示しているエネルギー使用量等に異常値があれば、「気づき」として掲示板上で指摘し、考えられる原因や点検・改善すべき点をアドバイスする。
- ・実践した改善策の効果をコスト削減効果に換算し、班毎に成果を競わせる。
- ・実践した改善策の効果をCO2削減量で把握し、その評価を省エネルギー担当部署だけでなく、各現場にフィードバックする。

- ・事業所内の情報共有のために「安全・環境・品質・原価・生産・人材育成」の6分野の内容を示す「管理・改善ボード」を各職場に設置した。この「管理・改善ボード」には、従業員側から気づきや意見を記入できるようになっており、管理側と従業員側の双方向のコミュニケーションを可能とした。
- ・生産ライン別にエネルギー使用量を把握し、CO2 排出量を算定した。算定した CO2 排出量は従業員の意識向上のため、生産ライン別に示した CO2 排出量マップを工場内に掲示した。なお、エネルギー使用量は季節によって変動するため、CO2 排出量マップを年4回更新した。

⑥ 省エネ効果の検証の徹底

- ・新規にユーティリティー設備を導入した際は、継続的に収集しているエネルギー使用量データから導入効果の検証を行う。必要に応じて更なる運用改善や改修を行うなど、実績データに基づきエネルギー効率を最大限に向上させることを徹底している。
- ・設備別にきめ細かく電力使用量を把握し、生産工程中での無駄の発見・改善を徹底している。
- ・流量計等の使用量測定器を取り付け、現場やマネージャーにコスト意識を持たせる。
- ・熱のロスサーモカメラで確認するなど、新しいデータの収集手法を積極的に取り入れる。(→写真参照)
- ・熱負荷の高いエリア・部位を抽出し、遮熱・保温を強化することで、熱エネルギーロスの低減・空調負荷の低減を図った。保温材については展示会等で情報収集を行い、複数の種類の保温材を採用してその効果を確認した。

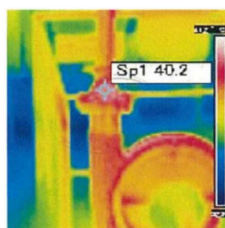


図3. 温調前

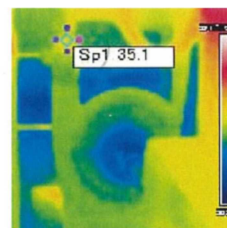


図4. 温調後

(3) 各種設備における取組事例

① ボイラー関係

- ・ボイラー給水の温度管理、排ガス分析による綿密な空気比管理によってボイラーの熱効率を高めた。
- ・ボイラー給水の温度管理として、蒸気利用等設備からの高温ドレンを分別回収し、ボイラー給水温度の上昇を図った。
- ・アキュムレータ※を設置し、蒸気の負荷変動に対応した。

※アキュムレータ：低負荷時に過剰熱量を器内の熱水に蓄え、高負荷時に器内圧力を下げて飽和蒸気を発生させることにより、ボイラー負荷を一定に保つシステム。

- ・ボイラーや樹脂乾燥機等の様々な熱利用設備について保温を強化した。保温にあたっては設備メーカー等に任せることなく、自社で様々な断熱材を巻きつけ、その効果を確認し、放熱ロスを削減した。

② コンプレッサー関係

- ・余剰となる圧力を把握し、その利用法として配管をループ化する。
- ・迂回していたエア配管のルートを見直して配管を短縮、また配管径を太くする、機器の使用圧力に合わせることで、供給圧力を低下させる。
- ・エア配管を高圧用・低圧用に色分けし、区分けして、使用する機械の用途に応じた圧力で使い分ける。
- ・コンプレッサーの吐出圧を生産部門と調整し、圧を徐々に下げている。調整段階では、1週間程度の試験期間を設け、管理部門と生産部門の合意を図る。
- ・新規に導入する設備については、さらに低圧のもの導入を徹底している。
- ・各ラインへのエア弁を設置した。
- ・作業終了後にエア弁を閉め、エア漏れを防止している。
- ・機器のノズルを省エネノズルに変更し、エア使用量を半減させた。
- ・台数制御されているコンプレッサーのうち1台をインバータ機へ更新し、制御方法を再設定した。再設定にあたっては大きな需要変動は運転台数によって、小さな需要変動はインバータ機の制御によって調整することにより、細かな需要変動に対応できるようにした。
- ・コンプレッサーの圧力設定値を0.01～0.02Mpa単位で低減させた。コンプレッサーの圧力設定値低減にあたっては、圧縮空気利用設備のエアシリンダー類の作動速度調整、配管径の変更による調整を行った。

③ 熱源設備（冷凍機）

- ・必要となる冷水温度を調査し、冷凍機の設定温度を決定した。具体的には、夏季（7月～9月）の冷水温度設定を0.5～1.0℃緩和することによって冷凍機の稼働時間を短縮し、負荷の削減につなげた。
- ・生産設備に供給する冷水について、生産への影響を見ながら1℃ずつ設定温度を緩和させた。これにより、5℃の設定温度緩和が実現した。

④ 空調関係

- ・従来24時間定常運転していたクリーンルームの空調を手動で調整し、夜間・休日には循環量を最小限に落とした稼働とする。
- ・生産エリアでは、夏期の空調をラインの稼働の8時間前から運転して室温を安定させていたが、室温の調査を行い、運転時間を5時間短縮した。変更之际には、製造現場と連携し、品質に問題がないことを確認した。
- ・工場建屋の屋根への遮熱塗装や天井内断熱材により、冷暖房効率を向上させた。
- ・暖房に使用しているボイラーは12:00～15:00まで運転を停止している。

- ・空調室外機の温度上昇を防ぐために日除けとして寒冷紗を設置した。(→右写真参照)
- ・窓の外側への簾の設置、室内のブラインド活用等により、屋外からの熱の影響を最小限にした。
- ・1週間の天候や室温を勘案し、集塵機等、熱を発生する設備を稼働する際は、工場室内が熱くなり過剰な空調負荷にならないよう、生産計画を調整した。



⑤ 照明関係

- ・工場内の照明を、高効率のLED照明やHf形蛍光灯に更新した。
- ・外灯をLED照明に更新した。
- ・工場内の照明にはすべてプルスイッチをつけ、不要箇所は必ず消灯する。
- ・そのプルスイッチに消灯担当者の名札を付け、消灯責任者を明確にする。
- ・工場内照明の配線を変更してスイッチを入替え、千鳥点灯にした。
- ・工場内照明について、昼夜時間帯やライン（ブロック）の稼働状況に応じて自動制御・手動操作で点灯・消灯を行っている。
- ・スイッチを常時点灯、都度点灯、常時消灯として色分けし、視認性を向上させている。
- ・使用頻度の低いトイレには人感センサーを設置した。
- ・窓際には照度センサーを取り付け、必要最小限の照明となるようにする。
- ・分散していた事務スペースを集約し、照明点灯範囲を縮小した。
- ・事務所、会議室、廊下の照明を間切りし、必要箇所のみ点灯できるようにした。事務所の照明については、責任者を決め、スイッチに責任者の名札をつけることによって照明の消し忘れを防止した。
- ・工場内をゾーン分けし、各ゾーンの照明管理責任者を決めた。照明管理責任者とその担当ゾーンを示す図面を工場内に掲示することにより、作業員不在箇所等の消灯の徹底を図った。
- ・事業所内の照明設備についてLED化を進めている。LED導入には初期コストが大きくなるため、レンタル契約により、導入コストの負担を軽減し、毎月のレンタル料によってコスト負担の平準化を図った。

⑥ その他設備関係

- ・ノー残業デーは、通常は3本ある通勤バスの運行本数を減らすことで定時退社を促し、残業によるエネルギー消費を抑制している。
- ・塗装ライン等に設置されているポンプ駆動モーターをインバータ制御することによって省電力化を図った。

- ・バルブによる流量調整から、インバータによるポンプ回転数制御に切り替えることによってポンプ負荷の軽減につなげた。
- ・インバータ付油圧ポンプを導入し、待機時等、低負荷時のポンプ回転数を落とすことによって省エネルギー化を図った。

3. さらなる取組へのチェックポイント

(1) ボイラー関係

① 蒸気配管の保温

バルブや配管曲がり部等についても保温されていますか？

蒸気配管はしっかりと保温・断熱することが必要です。特にバルブ部分は表面積が大きいため放熱量が大きくなります。

蒸気配管の保温状況とともに保温・断熱が劣化していないのかも確認する必要があります。

点検時に保温材を剥がした箇所をそのままにしていませんか？

点検のために保温材を剥がす必要がある場合でも、点検が終了したら元通りに保温・断熱することが重要です。点検が終了したら、配管の保温材がもとに戻されているかを確認しましょう。

例えば、バルブ点検後に保温材が剥がされてそのままとなった場合、保温されていないバルブ1か所で蒸気配管約1m分の熱が放散します。

② 蒸気圧力の管理

ボイラーの蒸気圧力が0.6MPaを超えていませんか？

一般的な事業所において高い蒸気圧力を必要とする吸収式冷凍機の必要圧力は0.6Mpa程度です。殺菌等の用途で使用するオートクレーブの必要圧力が0.3MPa程度、温水を作る熱交換器の必要圧力は0.2MPa程度です。

特別に蒸気の必要圧力が高い設備が設置されている場合を除いて、ボイラーの蒸気圧力が0.6MPaを超えている場合、過剰な蒸気を供給していると考えられます。また、ボイラーの蒸気圧力を下げられない場合は、蒸気配管における放熱等が懸念されます。

③ 空気比の管理

空気比が1.3を超えていませんか？

基準空気比は燃料や設備別に定められていますが、一般的なボイラーの場合、1.3 を超える空気比では大きすぎると考えられます。空気比が大きいと排ガス量が増大し、排ガスによって持ち去られる熱の量が大きくなります。不完全燃焼には注意が必要ですが、空気比は可能な限り小さくすることがボイラー効率を高めます。

(2) コンプレッサ関係

① コンプレッサ吐出圧力

吐出圧力が 0.6~0.7MPa 程度に設定されていませんか？

一般的な事業所における圧縮空気の主な用途は生産設備等のシリンダと考えられます。

シリンダの稼働に必要な圧縮空気の圧力は 0.4MPa 程度ですので、コンプレッサの吐出圧力が 0.6~0.7MPa 程度（もしくはそれ以上）であれば、設定圧力が過剰であることが懸念されます。

使用側設備の要求圧力を調査し、コンプレッサ吐出圧力の低減を検討することが有効です。

② コンプレッサ室の管理

冬期や中間期にコンプレッサ室を換気・空調などで冷やしていませんか？

コンプレッサ室温度が高くなり過ぎないように管理することは、空気密度の高い圧縮空気をつくるコンプレッサの効率を維持するために必要な対策です。

ただし、冬期や中間期に過剰にコンプレッサ室を冷やす必要はありません。コンプレッサ室温度を下げるためのエネルギーについても考慮することが必要です。

コンプレッサ室のドアを開けるときの室内に空気が入り込みませんか？

コンプレッサはコンプレッサ室の空気を吸気して圧縮空気を生成します。コンプレッサ室が負圧の場合、コンプレッサの吸気効率が低下します。コンプレッサ室が負圧の場合はドアを開けた時、室内に空気が勢いよく流れ込みます。

コンプレッサの効率を高めるためには、換気量を調節して、コンプレッサ室が負圧にならないようにすることが有効です。

(3) 熱源設備（冷凍機）

冷水の設定温度が年間を通じて一定になっていませんか？

一般的に冷水の需要は季節によって変動します。例えば冷房負荷の大きくなる夏季と比較して、冷房負荷の小さくなる中間期、冬季では冷水の設定温度を緩和させることが可能と考えられます。

必要となる冷水の条件を把握し、冷水負荷のピーク時期とそうでない時期とで設定温度に差を設けることによって省エネルギー効果を得ることができます。

(4) 空調関係

① 冷温水の出入温度差

冷温水の出入温度差が5℃より小さくなっていませんか？

冷温水発生機、エアハンドリングユニット、冷却塔の出入温度差が5℃より小さくなっている場合、過剰に冷温水が循環していると考えられます。一般的な空気調和設備の場合、冷温水の出入温度差は5℃程度で管理します。

冷温水流量を調節することによって、導入されている空気調和設備に合った冷温水出入温度差を確保し、空気調和設備全体の最適運転を行うことが必要です。

※ 一方、冷温水出入温度差が5℃よりも大きい場合、空気調和設備の何らかの機器の負荷が大きくなっていることが懸念されます。例えば、エアハンドリングユニットの出入温度差が5℃よりも大きい場合、冷温水発生機等への負荷が大きくなっていることが考えられます。空気調和設備の各機器の仕様に合った最適な管理を行いましょう。(大温度差空気調和設備の場合は、温度差10℃程度を目安としまししょう。)

② 室外機の設置位置

室外機に直射日光が当たっていませんか？

冷房時、室外機からは熱が放出されます。その室外機に直射日光が当たり、高温となることによって空調の効率が低下します。特に、南側、西側に室外機を設置されている場合、覆いを被せるなど、直射日光が当たらないように工夫することが有効です。

(5) 照明関係

その場所は本当に常時点灯が必要ですか？

作業が行われていない場所にも照明が点灯しているケースが多く見受けられます。照明スイッチの管理に関するルールを設定し、不要な照明の消灯を進めることで省エネルギー効果が得られます。

常時点灯が不可欠な場所については、高効率照明の導入を検討することが有効です。

(6) その他設備関係

乾燥炉等の炉内に外気が流れ込んでいませんか？

乾燥炉等、製品が自動で炉内に出入りするような設備の場合、製品出入口等の開口部が大きすぎると炉内の熱が逃げます。また、事業所内に屋外の風が流入するような建屋構造の場合、開口部から炉内に直接風が流れ込むことがあります。

乾燥炉の導入時、開口部面積を製品のサイズに対して適切なものとしたり、カーテン等で製品出入口からの熱の出入りを抑えたりすることが有効です。