

中小規模事業者様向け

工場の省エネルギー対策

- 1)「これからの」省エネ・節電手法(動画紹介)
- 2)製造業における省エネ対策
- 3)製造業における省エネ提案事例

令和 5年 3月

一般財団法人省エネルギーセンター

1)「これからの」省エネ・節電手法(動画紹介)

・コスト削減と快適性を両立したこれからの節電について紹介した動画を、「2022年度省エネ月間」の初日である2023年2月1日に、以下リンクにて公開しています。代表的な省エネ手法はこの動画でもご紹介しております。別してご視聴ください！

shindan-net『動画チャンネル』 https://www.shindan-net.jp/movie_ch/

Vol.15 事業用施設における これからの「節電」※

<https://youtu.be/vJpVE1gZeDM>

※お忙しければ再生速度を上げてご覧下さい。



メリハリのある節電

1)製造業における省エネ・節電対策 ①概要

3

- ・製造業(工場)における省エネ対策を考えるには、まず対象設備の峻別が必要です。具体的には、エネルギーの使用先である生産ライン「生産系」とポンプ、コンプレッサ、空調等のユーティリティ設備「ユーティリティ系」に大別することが一般的です。
- ・生産系の省エネに関しては、**多くの場合「生産性向上との両立」に着目するとよい**でしょう。
- ・生産系を補完するユーティリティ系(ポンプ、電動機を含む)については、生産系に応じた適切な容量・機能をもつ設備・機器を配置し、生産系と同期しながら運転することで省エネが可能です。

■製造業における省エネ手法

ア)生産系の省エネ手法(例)

- ・工程の合理化(改編・短縮、工数の削減、廃熱利用等)
- ・作業時間の短縮、待機時間の短縮
- ・加工方法の合理化(作業単位当たり生産量等の増加、手直し率及び不良率の低減)
- ・生産変動等への追従性向上、**高効率設備・機器への転換**
- ・保守・点検による設備効率の低下防止
- ・廃熱の回収利用

加工機・印刷機・成型機(の電動化)など

イ)ユーティリティ系の省エネ手法(例)

- ・生産系の非稼働時(休日、昼休み、段取り・待機時間、保守・清掃時等)における停止、もしくは最小限の稼働
- ・生産系の稼働状況に応じた必要最小限の運用
- ・生産変動等への追従性向上
- ・保守・点検による設備効率の低下防止
- ・高効率設備・機器への転換
- ・生産系及びユーティリティ系から生じる廃熱の有効利用

3

②生産系の省エネ手法

4

[事例1]生産性向上と省エネ:プレス工程の歩留り改善

- ・部品のプレス加工工場において、素材から多数個のプレス品を打抜く工程で、材料取りの工夫により残材の削減(歩留り改善)ができた事例。**併せて、タクトタイムの短縮により、プレスラインの生産性が向上し省エネを実現しています。**

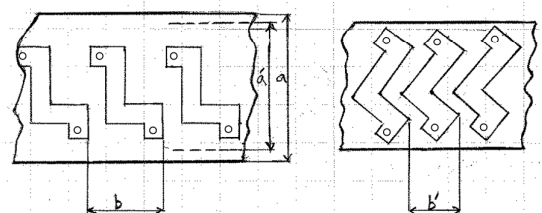
⇒「時間の短縮」は省エネ(例えば、[kWh]の[h]を減らす＝消費電力量削減)を意味します。

■着眼点と改善のポイント

- ・多数個の同一形状のプレス品を打抜く場合、材料取りの配列の工夫、板幅の縮小化等により残材の大幅な削減ができた。
- ・打抜きのピッチを短縮することにより、プレスラインのトータルの運転時間が低減され、単位時間当たりの生産数が多くなり、タクトタイムが短縮できた。

■効果

- ・打抜き後の残材が、大幅に削減され(図示の例では約20%)、素材の購入費用が削減できた。
- ・打抜きのピッチが狭くなった分だけ板材の同一の送り速度ではタクトタイムが短縮され、生産性が向上できた。
- ・これにより、補機を含めたプレスラインの運転時間が短縮され消費エネルギーが削減できた。



(イ)材料取りの工夫 素材の板幅減 $a > a'$
(ロ)打抜きのピッチ 間隔減 $b > b'$

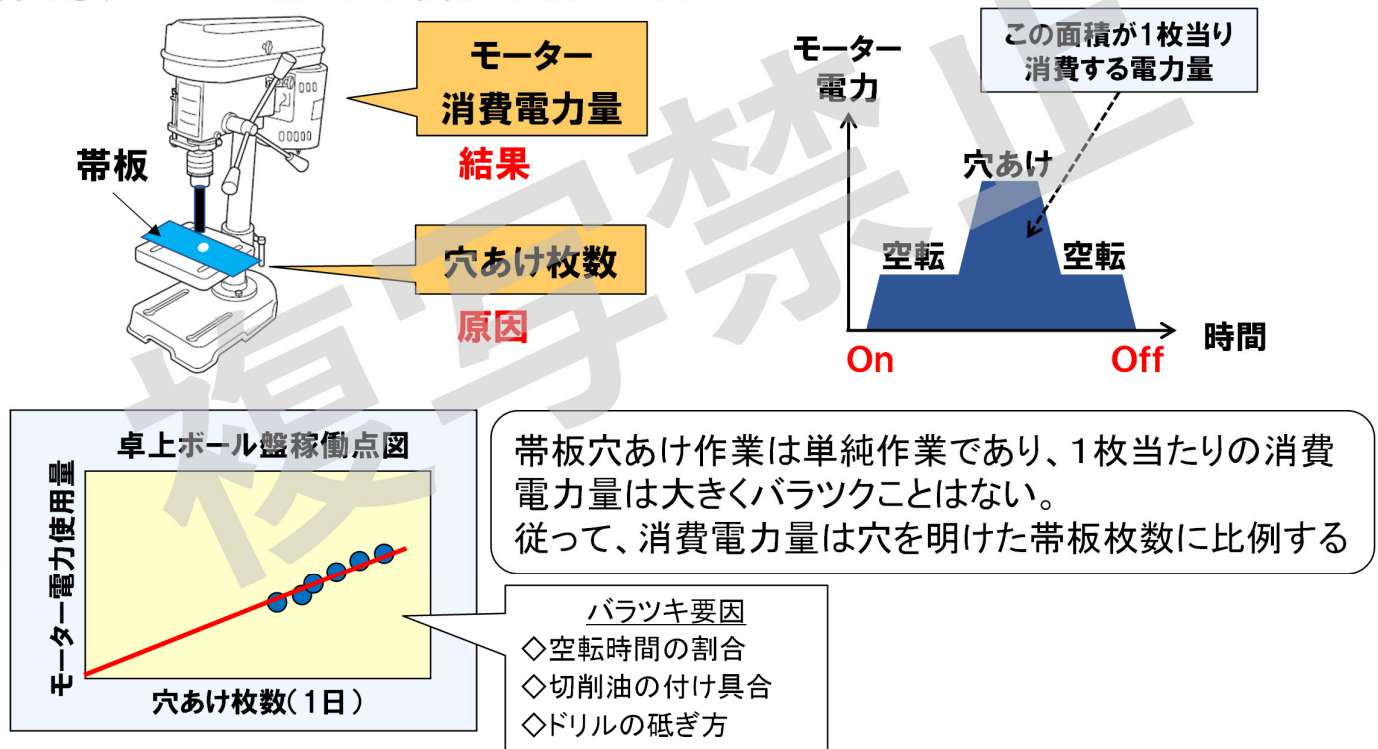
図 素材歩留り改善の例(概念図)

「マルチベネフィット」(このケースでは、生産性向上×省エネ×省資源)を意識したお取り組みを!

[事例2]生産に伴うエネルギー消費の「原因と結果」追求

- 生産性向上の前に、そもそも意識すべきは安定した生産です。以下の事例のとおり、**単純作業であればあり得ない「固定エネルギー消費」**や、生産数量に対する電力消費量の「ばらつき」などが存在しないよう、装置の速やかな発停、ルール作りなどを徹底したいところ。

[事例]卓上ボール盤による帯板の穴あけ作業



[事例3]「不要時の停止」の徹底！

- 仮に、日々の事業活動の基盤である生産／製造装置を24時間連続操業させるにしても、その安定安全を担保のための定期的な設備補修・更新工事が不可欠です。
⇒即ち「完全なる24時間・365日運転」の生産／製造装置はそう多くありません。
- このようなケースも含め、生産／製造装置は様々な理由で停止します。こうした「需要側の停止」状況は当該装置類の電力データで「見える化」でき、供給側(例えば空気圧縮機)の電力データと付け合わせることで、「不要時の停止」が不徹底がないかを確認できます。
- その上で、停止理由自体の見える化(写真)等、「停止の「不徹底の歯止め」を構築しましょう。



写真「見える化」された「不要時の理由」(某工場の事例)

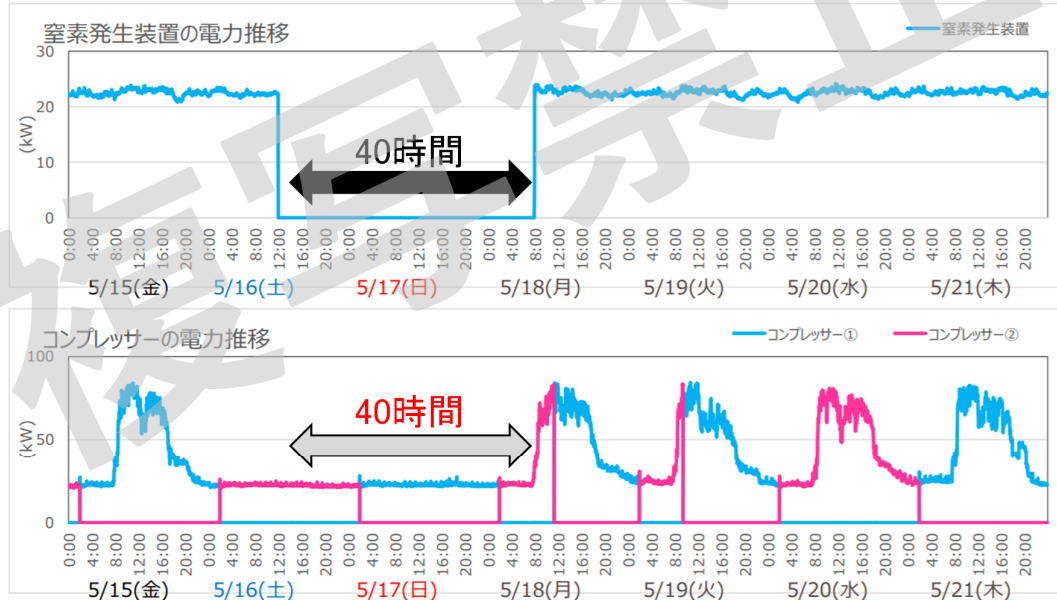
③ユーティリティ系の省エネ [事例]固定電力削減

- 某工場では、生産ラインが無負荷の時に窒素発生装置は停止しますが、その窒素発生装置の稼働時に常時圧縮空気を供給しているコンプレッサを停止していませんでした。エア配管図面等から窒素発生装置以外に圧縮空気の需要がないことを確認したため、**交互運転しているコンプレッサ自体を土曜午後～日曜を停止**することで、省電力を実現できました。

効果試算

週末50[週]、40[時間/週]、20[kW]の休日における「待機電力」を上手に削減できたとすると、 $20 \times 40 \times 50 \times 14 = 40,000$ [kWh/年]

40,000 [kWh/年]



グラフ 窒素発生装置 & コンプレッサの電力推移

3)製造業における省エネ提案事例 ①項目例

- 製造業の省エネ対策を考える上で(特にユーティリティ系について)**特徴的かつ重要なターゲットは、コンプレッサ(空気圧縮機)**です。運用改善手法も多く、「適切な手順」と「省エネ技術への最低限の理解」があれば、大きな省エネ効果が期待できます。
⇒逆に申せば、折角の取り組みが省電力にならないケースもあります(代表例がエア漏れ対策)。

主な設備	主な運用改善	主な投資改善
空調・冷凍	空調温度設定の適正化 室内機フィルタ清掃 空調時間帯の見直し(夜間停止等) 室外機フィン清掃 設定温度の適正化(冷凍庫、冷蔵庫) 外気導入量の適正化 冷媒蒸発圧力適正化	高効率空調機への更新 換気ファン等へのインバータ導入 空調エリア分割・可変化(間仕切り・カーテン等設置) 開口部の縮減(自動ドア、エアカーテン設置等) 室外機の日射対策(日除け、フィンへの散水) 屋根等の遮熱・断熱強化
ポンプ・ファン ・コンプレッサ	エア漏れ調査・補修 コンプレッサ吐出圧適正化 コンプレッサ吸気フィルタ清掃 コンプレッサ吸気温度低減 コンプレッサ運転台数適正化	冷温水・冷却水ポンプ等へのインバータ導入 インバータコンプレッサの導入・台数制御 エアブローのバルス制御化 エア配管のループ化
ボイラ・工業炉	蒸気圧の適正化 熱源機の冷温水・冷却水温度設定の適正化 ボイラの運転効率化(台数制御、高効率機優先使用) 運転時間の適正化(炉予熱時間、ボイラ稼働時間等) ボイラ・燃焼炉の空気比適正化	高効率ボイラへの更新 保温・断熱強化(炉体、タンク、配管、バルブ等) 加熱炉開口部のシール強化 廃熱の回収(排気、蒸気ドレン等)
受変電・電動機・照明	照明の間引き 不要照明の消灯 手元照明活用によるタスクアンビエント照明化 OA機器の待機時消費電力低減 省エネ自販機への変更 デマンドコントローラの活用	高効率照明(LED等)への更新 人感センサ導入による点消灯/照度制御 デマンド監視装置・電力計の設置による「見える化」 低負荷変圧器の統合 高効率変圧器への更新 高効率誘導機への更新

[事例]「現場」「現物」「現実」のエネルギー管理チェック

・省エネ診断では、空気圧縮機の点検記録表からコンプレッサを適切に管理されているか、ブラッシュアップの余地がないかという視点で、確認することがあります。以下は実際に省エネ診断を実施した際の確認事項です。自工場のものと比べてみて下さい。

項目	確認内容	確認結果
2	潤滑油量の確認 目視	上下限範囲内の事
3	異常表示(制御盤)の確認 目視	異常表示無き事
4	稼働の確認 聴音	異常音無き事
5	エア漏れの確認 聴音	漏れ空気音無き事
6	電源(off)の確認 電源の切り忘れ無き事	電源が切れる事
7	吐出温度の確認 目視 数値記入	稼働時40～80℃以内の事
8	吐出圧力の確認 目視 数値記入	0.58～0.61Mpa以内の事
9	油漏れ確認 目視	油漏れ無き事
10	清掃状態の確認 目視	汚れ無き事

検査者(作業者又はキーパー) : 〇〇〇
確認者(班長又はライン管理者) : 1回/週

写真 某工場の「コンプレッサ設備点検表」

②効率稼働の定量的監視 《参考》圧縮空気単価管理

- ・コンプレッサで「1m³の空気を圧縮するのに要する費用」を試算できます（所謂「エア－圧縮単価」）。計算式は以下（式1）のとおりです。計算にあたっては、電力単価（Σ 期間電気料金[円]/Σ [kWh]）の算出と、吐出空気量の把握（ないし実測）が必要となります。当該データは、年度毎・月毎に算出し、過年度と比較するとよいでしょう。
- ・一般的に「妥当」とされる単価は2～3[円/m³]。それより高ければ「要注意」と判断しましょう。

$$\text{エア一圧縮単価} \left[\frac{\text{円}}{\text{m}^3} \right] = \frac{\text{消費電力量} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{min}} \right] \times \text{電力単価} \left[\frac{\text{円}}{\text{kWh}} \right]}{\text{吐出空気量} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right] \times 60 \left[\frac{\text{min}}{\text{h}} \right]} \quad \cdots \text{式1}$$

〔事例〕D工場のエア一圧縮単価試算結果

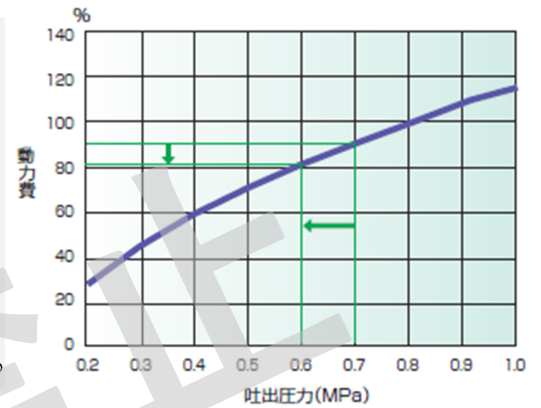
$$\text{エア一圧縮単価} \left[\frac{\text{円}}{\text{m}^3} \right] = \frac{\frac{53.3}{[\text{kWh}]} \times \frac{17.2}{[\text{円/kWh}]}}{\frac{6.70}{[\text{m}^3/\text{min}]} \times \frac{60}{[\text{min}]}}$$

=2.28[円/m³]
高くもなく、安くもなく…

[計算条件]・電力単価:某年4月～11月での計算値
・電力量:某年10月の平均値(39,621[kWh])
・吐出空気量:同10月の平均値(299,280[m³])

③吐出圧の低減とその「関連対策」

- ・負荷設備／装置に合った吐出圧力に設定することが圧空設備のエネルギー管理の基本！例えば、ねじ式圧縮機であれば、吐出圧を0.7→0.6MPaGに設定変更すると約10%の省エネになります（右図）。なお前述のとおり、ターボ形の場合には、省エネ効果は右図のとおりにならない可能性があります。
- ・「吐出圧低減による省エネ」の効果を最大化する（＝空気圧縮機の消費電力削減で刈り取る）関連対策は下表のとおりです。



グラフ 吐出圧力と消費電力との関係
（主として）「スクリー式」の例）

■関連対策（例）

- エア配管径の適正化
- レシーバタンク容量の適正化
- 配管の末端を連結してループ化（「ループ配管」による圧力損失低減）
- 流量計を設置した上での、圧縮空気の使用量の管理と適正化
⇒動作確認、漏れ点検、原単位管理などに活用。
- 圧縮機を生産設備と連携運転
⇒無用な圧力低下を避ける、圧縮エア－供給の「ジャストインタイム化」など

《参考》配管の圧力損失：チェックポイント7

- ・より低圧で空気圧縮機からエア－を発生させるために、前頁までに言及していない確認項目を7項目、下表のとおりチェックリストにしました。

表 「目くばせ」しておきたい、吐出圧低減に貢献する圧空システムのチェック項目

チェック欄	確認項目
	<u>ループ配管</u> にしていますか？
	<u>曲がり</u> （エルボーなど）を極力減らしていますか？
	仕切弁は（玉形弁ではなく） <u>ゲート弁を使用</u> していますか？
	<u>ドレン溜まりがない状態</u> にできていますか？
	配管に <u>下り勾配（1%程度）</u> をつけていますか？
	<u>錆びにくく抵抗の少ない配管材質</u> を採用していますか？ （ゴムホースなど、圧力損失の多い素材でエア－を供給していませんか？）
	エア－の取り出しは <u>主配管の上側から</u> にしていますか？

{補遺1}

玉形弁(図1)は、直管相当長でみてゲート弁(図2)の50倍の圧損。

{補遺2}

そもそも、各種の弁が「値段相応」の圧損があることに留意。

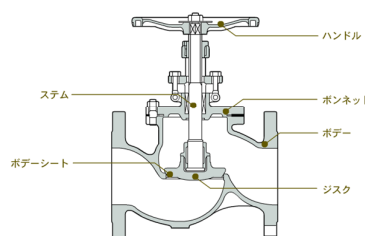


図1 玉型弁（グローブバルブ）

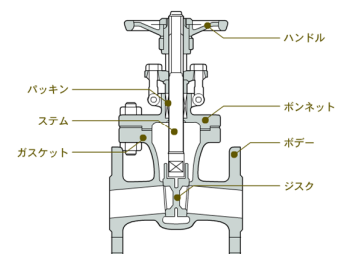


図2 ゲート弁