

産業用電気機器の賢い節電方法

一般社団法人 日本電機工業会
省エネシステム・機器普及専門委員会

【1】まえがき

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災と原発事故の影響で全国的に発生した電力供給不足が懸念されております。

一般社団法人 日本電機工業会では、電気またはエネルギーに関する専門家を持たない事業所においては、一般的に行われている照明、空調に関する対策から一歩進めた産業用電気機器に関する具体的な省エネ対策の立案に寄与するために平成 23 年 6 月より「産業用電気機器の賢い節電方法」としてまとめ紹介してきました。

その後、夏期に関しては種々の努力も有ってトラブルの発生もなく乗り越えることが出来ましたが、全国的に発生した電力供給不足は、当分、完全に解消できる状況にありません。このたび、従来の文字のみの表現からイラストや事例紹介を加え、引き続き紹介することにしましたのでご活用下さい。

節電のポイント

産業用電気機器に関する賢い節電方法として

- (a) 設定変更、配線の変更等で行う省エネ(プログラム変更等、新たなシステム、機器は追加しない)
 - (b) エネルギー管理システム(見える化)の導入による省エネ
 - (c) 高効率機器への更新/導入による省エネ
- に分類してまとめました。

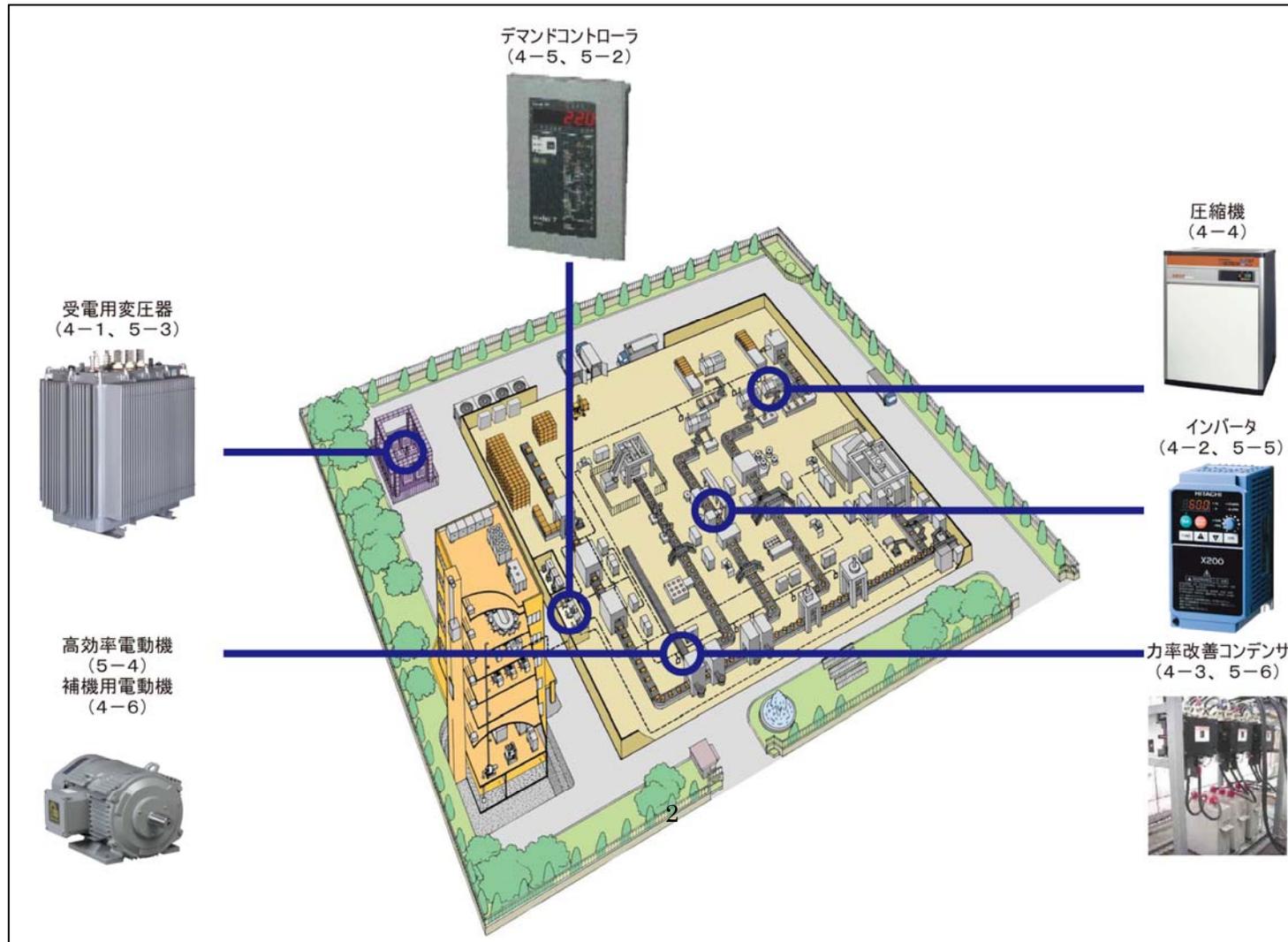
尚、本節電方法の紹介においては、現在、種々のメディア等で公開されている「使用しないときには機器を止める」、「照明の LED 化」、「空調の温度設定の変更」等の一般的な省エネ方法は記載から外しております。

※節電の可否および程度は機器の使用状況および型式により異なり、誤った電気の取扱いを行うと事故になるおそれがありますので具体的な実施に当っては専門家等にご相談されることを推奨致します。

【2】 目次

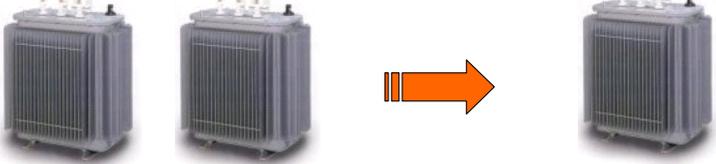
- 1：工場の設備、機器（代表例）
- 2：産業用電気機器・設備運用の最適化
- 3：省エネ設備の導入による更なる節電

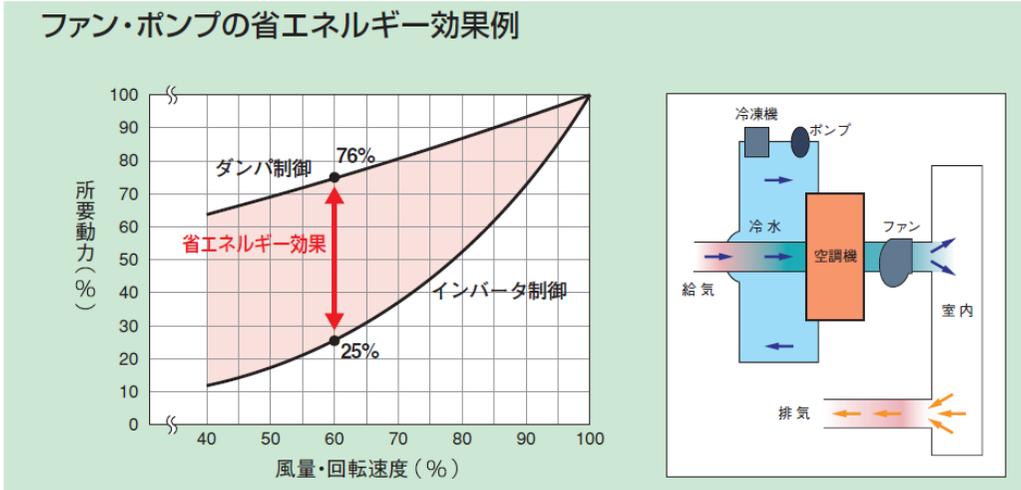
【3】 代表的な工場の設備、機器の構成例を以下に示す。
(カッコ内の数字は、3 ページ以降の項目番号を示す。)

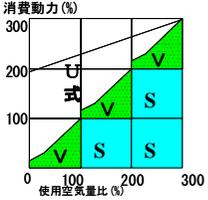


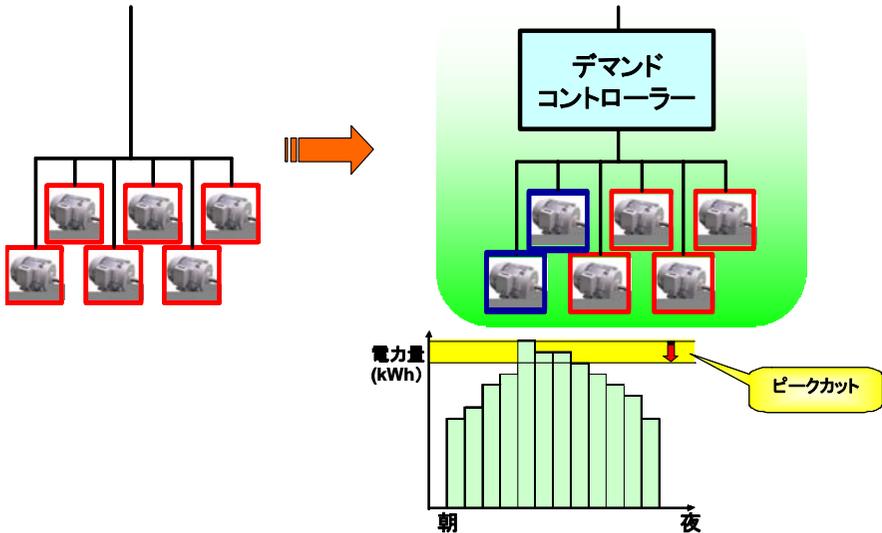
【4】産業用電気機器・設備運用の最適化

節電の可否および程度は機器の使用状況および型式により異なり、誤った電気の取扱いを行うと事故になるおそれがありますので、具体的な実施に当っては専門家等にご相談されることを推奨致します。

番号	機器名	節電方法	節電効果
4-1	受電用変圧器 (500kVA以下)	<p>受電用変圧器は、最高効率となる負荷率で運転することが省エネにつながります。例えば、最高効率となる負荷率が40%の変圧器2台を負荷率20%で運転している場合は、1台に負荷をまとめることにより省エネが図れます。</p>  <p>2台 x 負荷率20% 1台 x 負荷率40%</p> <p>注) 2系統の電源を使用し、バックアップとして2台の受電用変圧器を設置している場合、1台の変圧器に負荷を集約すると、省エネにはなりますが、バックアップ機能はなくなりますので、実施に当っては電気技術者等に相談してください。</p>	<p>既設変圧器2台を1台に集約すると約0.4%の省エネが期待できます。</p> <p><例></p> <p><節電効果> $300\text{kVA} \times 2\text{台}(\text{負荷率}20\%) \Rightarrow 1\text{台}(\text{負荷率}40\%)$ $300\text{kVA} \times \text{負荷率}40\% \times 0.4\% = 0.48\text{kW}$</p>
		<p>2. 負荷に加わる電圧の最適化。(変圧器の電圧タップの切替)</p>  <p>電圧タップの切替</p> <p>(1) 電動機負荷の場合、運用上問題のない範囲で印加電圧を高め設定すると銅損が低減します。</p> <p>(2) 抵抗負荷の場合、運用上問題のない範囲で印加電圧を低めに設定すると消費電力が低減します。</p> <p>※変圧器の電圧タップの切替は、頻繁に行わないでください。</p>	<p>(1) 電動機の(外部ケーブルも含む)電流が低下する分、銅損が電流(I)の2乗で低減します。(W=I²*R)</p> <p>(2) 抵抗負荷の消費電力(W)は電圧(E)の2乗で低下します。(W=E²/R)</p>

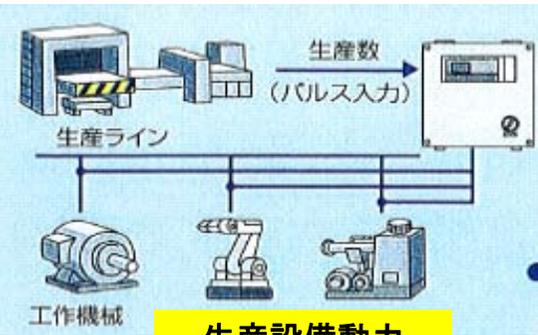
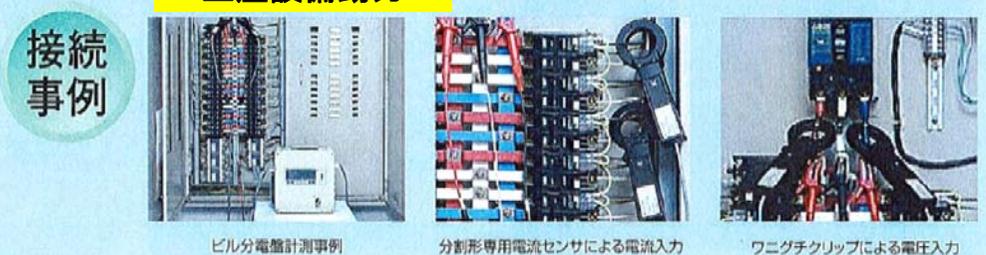
番号	機器名	節電方法	節電効果
4-2	インバータ	<p>1. インバータを用いて可変速運転の設定を行えば、省エネになります。</p> <p>ファン・ポンプの省エネルギー効果例</p>  <p>しかし、商用周波数で一定速運転のままでは、インバータの消費電力が増加するだけです。省エネにはなりません。</p> <p>2. こまめに必要水量/必要風量に応じて電動機回転数を可変速制御すると、更に節電になります。</p> <p>3. 換気ファンでゆらぎ運転モードを有している機器では、積極的にゆらぎ運転モードを適用すると節電になります。</p>	<p>消費電力(W)はモータ回転数比の3乗に比例して低減します。 公式は$W \propto \text{回転数比}^3$</p>
4-3	力率改善コンデンサ	<p>力率改善コンデンサで適切に力率改善することで、線路、変圧器の損失が低減する分、節電になります。</p> <p>ただし、軽負荷時にコンデンサが投入状態であると進み力率となり、無効電力が増えるので節電になりません。負荷変動に応じた力率制御を推奨します。</p>	<p>無効電力が削減した分、節電になります。</p>

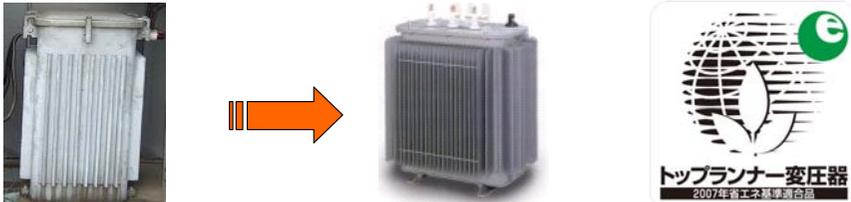
番号	機器名	節電方法	節電効果
4-4	圧縮機	<p>1. 圧縮機の吐出圧を運用上問題のない範囲でやや低めに設定するとその分、消費電力が節電になります。</p> <p>2. 複数の圧縮機を並列運転している場合、1台停止させるとその分、節電になります。</p> <p>1) 吐出圧制御</p> <div data-bbox="622 459 1384 571" style="border: 1px solid green; background-color: #e0ffe0; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>《節電効果》 運用上問題ない範囲で吐出圧を低めに設定 ⇒ 0.1MPa低減で約8%節電</p> </div> <p>2) 台数の最適化制御</p> <div data-bbox="721 574 1310 774" style="display: flex; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>V-type 1台+S-type 2台 台数制御運転</p>  </div> <div style="margin-left: 10px;">  </div> </div> <div data-bbox="622 778 1355 853" style="border: 1px solid green; background-color: #e0ffe0; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>《節電効果》 並列運転している場合、1台停止させると節電になります。</p> </div> <p>3. 必要吐出圧力をチェックしてこまめな運転/停止をすると、停止した時間分、節電できます。</p> <div data-bbox="604 941 694 1077" style="text-align: center;">  </div> <p>4. 配管途中等での空気漏れを少しでも防止する。</p> <div data-bbox="604 1141 817 1316" style="text-align: center;">  </div>	<p>1. 標準の圧縮機の場合、吐出圧力を0.1MPa低減すると消費電力は約8%節電可能です。</p> <p>2. 余分な運転は停止されることを推奨します。</p> <p>3. 待機運転(無負荷)運転を停止することで消費電力を30~50%低減できます。</p> <p>4. 空気漏れを少なくした分、圧縮機の負荷は軽くなり、その分節電になります。</p>

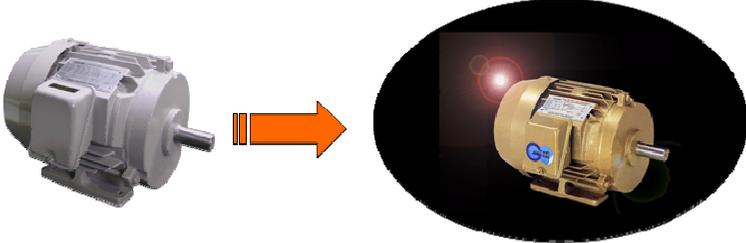
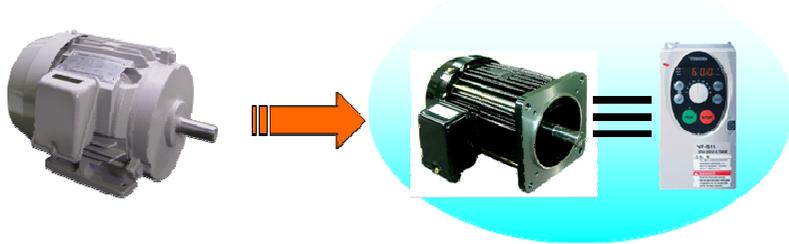
番号	機器名	節電方法	節電効果
4-5	デマンドコントローラ	<p>既にデマンドコントローラを設置している場合、予め停止可能な機器の優先順位を決めておき、使用電力の目標値を超え際にコントローラから発信されるアラーム信号によって、順次設備を止めることで電力のピークカットが可能になります。</p> 	使用電力のピークを抑えることができます。
4-6	補機用電動機	<p>機械に組み込まれている補機用電動機は、機械停止時には補機用電動機も停止するように制御ロジックを変更すると、機械の利用率にもよりますが、電動機を停止した分、大きな節電が期待できます。</p> 	無駄な電力を削除することができます。電動機の発熱・排熱が減少することで、空調負荷動力も節電になります。

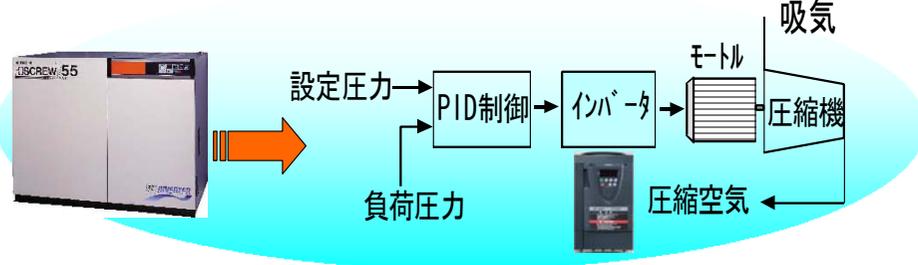
【5】省エネ設備の導入による更なる節電

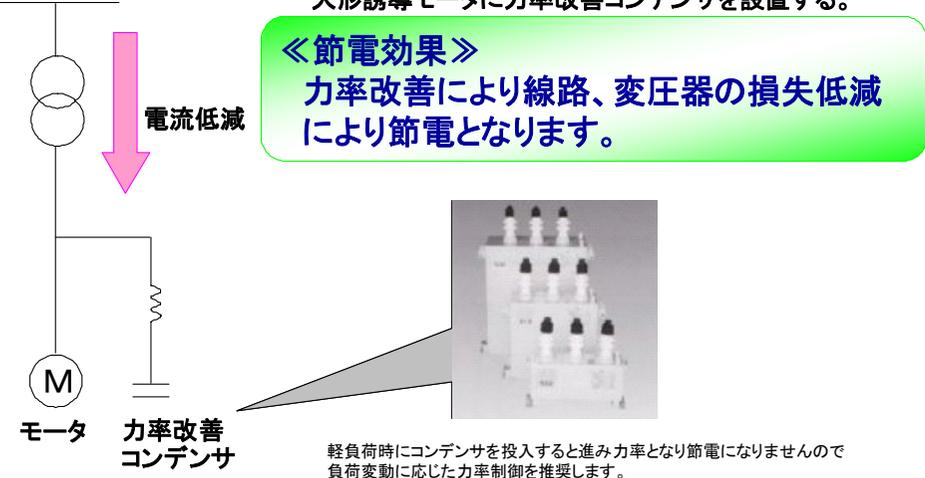
最新の省エネ機器、省エネサポートシステム（エネルギー消費の見える化）等を新たに導入することで、更なる省エネが可能です。節電の可否および程度は機器の使用状況および型式により異なり、誤った電気の取扱いを行うと事故になるおそれがありますので、具体的な実施に当っては専門家等にご相談されることを推奨致します。

番号	対策名	具体的な対策の内容	省エネ効果
5-1	工場エネルギー管理システム（FEMS）の導入	<p>【エネルギー消費の見える化システムの導入】</p> <p>工場で使用している機械、装置の使用エネルギーをビジュアルに表示し、エネルギー消費の無駄を見る化することで効率的な電力削減が可能となります。</p> <p style="text-align: center;">現場で消費される電力の見える化</p>  <p style="text-align: center;">生産設備動力</p> <p>1. 特長</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 現場レベルでの省エネ改善分析をスマートにサポート 持ち運び自由。計測したい設備、回路が容易に計測できます。計測後、本体を持ち帰り、収集データをパソコンに取込み、データ分析が可能です。オフラインロギングによる現場レベルでの省エネ改善分析ができます。 (2) 生産数量のバルス入力により、手軽に原単位管理をサポート (3) きめ細かなデータ収集 時間電力量/時間バルス量を最大131日分自動記憶・保存。選択した時間間隔250ミリ秒/1秒/2秒/3秒/1分/5分/15分/30分で電力量とバルス量を記憶・保存。 (4) クランプ形電流センサ（100A、250A）を追加ラインアップ <p>接続事例</p>  <p style="display: flex; justify-content: space-around;"> ビル分電盤計測事例 分割形専用電流センサによる電流入力 ワニグチクリップによる電圧入力 </p>	見える化システム（FEMS）を導入し、省エネ活動を行うことで工場全体のエネルギー消費量を12%程度削減した事例もあります。

番号	対策名	具体的な対策の内容	省エネ効果
5-2	デマンドコントローラの導入	<p>予想外に消費電力のピークが大きくなることを防止するためには、デマンドコントローラの導入が有効です。導入に当たって、予め停止可能な機器の優先順位を決めて置くことを推奨します。</p> 	デマンドコントローラの設定値に応じて使用電力のピークカットが可能です。
5-3	受電用変圧器（500kVA以下）の更新	<p>長年使用した変圧器をトップランナー変圧器に更新すると大きな省エネ効果が期待できます。</p> 	<p>長年使用した変圧器をトップランナー変圧器に更新した場合、平均利用率（負荷率）40%で全電力量の約0.6%省エネになります。 <例>300kVA 変圧器をトップランナー変圧器に更新。 $300\text{kVA} \times \text{負荷率 } 40\% \times 0.6\% = 0.6\text{kW}$ の省エネ（出所；変圧器各社の平均特性を使用）</p>

番号	対策名	具体的な対策の内容	省エネ効果
5-4-1	誘導電動機の更新	<p>長年使用した誘導電動機を高効率電動機に更新すると省エネになります。</p>  <p>【注意事項】 [高効率電動機に更新した場合、電動機回転速度が早くなるため、ポンプやファンなどの負荷では回転速度が早くなった分、電動機の負荷が増加します。電動機の効率は高いのですが出力が増加することにより消費電力が増加することがあります。]</p>	<p>高効率電動機の場合、2～5%の効率が改善します。永久磁石電動機の場合、8～10%の効率改善と可変速運転により、負荷の消費電力を低減ができます。但し、駆動対象負荷によっては可変速運転を行っても省エネにならない場合があります。</p> <p>※従来の誘導電動機から高効率誘導電動機に交換する場合、電動機のパラメータが変わる可能性がありますので、交換に当っては専門家等に相談してください。</p>
5-4-2	高効率 PM 電動機	<p>また、永久磁石電動機（PM 電動機）に更新すると更に省エネが期待できます。但し、永久磁石電動機に更新する場合、専用の駆動回路（コントローラ）が必要になりますが、可変速運転を行うことで更なる省エネができます。</p> 	

番号	対策名	具体的な対策の内容	省エネ効果
5-5	インバータの導入	<p>ファン、ポンプ駆動用電動機が商用運転されている場合、インバータを導入して可変速運転すると大きな省エネが期待できます。</p>  <p>The diagram shows a grey motor on the left. An orange arrow points to a black inverter and a grey motor on the right, which are enclosed in a light blue oval. This represents the replacement of a standard motor with an inverter-driven motor.</p>	<p>ファン、ポンプの場合、モータ回転数比の3乗に比例して消費電力(W)が低減します。公式は、$W \propto \text{回転数}^3$</p>
		<p>圧縮機の場合、インバータ駆動の圧縮機を導入すると高効率化が図れます。 インバータ圧縮機を導入する。</p>  <p>The diagram shows a control system for a compressor. On the left is a grey control cabinet labeled 'iSCREW 55'. An orange arrow points to a flowchart: '設定圧力' (Set pressure) and '負荷圧力' (Load pressure) are inputs to a 'PID制御' (PID control) block. The output of the PID control goes to an 'インバータ' (Inverter) block. The inverter is connected to a 'モータ' (Motor) block, which is connected to a '圧縮機' (Compressor) block. The compressor has '吸気' (Suction) on top and '圧縮空気' (Compressed air) on the bottom. A smaller image of the inverter is shown below the main flowchart.</p>	<p>圧縮機の場合、回転数に比例して消費電力(W)が低減します。公式は、$W \propto \text{回転数}$</p>

番号	対策名	具体的な対策の内容	省エネ効果
5-6	力率改善コンデンサの導入	<p>大型誘導電動機（75kW 以上）に力率改善コンデンサを設置し、力率の改善を行うと、線路、変圧器等での損失を低減することができます。</p> <p>無効電力削減</p>  <p>大形誘導モータに力率改善コンデンサを設置する。</p> <p>《節電効果》 力率改善により線路、変圧器の損失低減により節電となります。</p> <p>モータ 力率改善コンデンサ</p> <p>軽負荷時にコンデンサを投入すると進み力率となり節電になりませんので負荷変動に応じた力率制御を推奨します。</p>	5~10%の損失が削減できます。

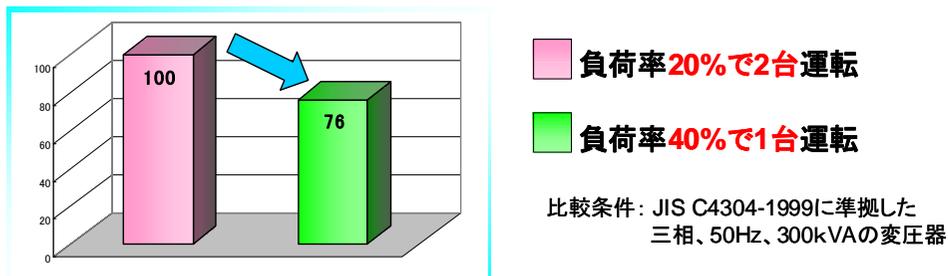
変圧器の省エネ効果

① 変圧器の稼働台数を集約した場合の全損失の比較

負荷率 20%の 2 台運転の全損失を指数 100 と設定。

比較条件 JIS C4304:1999に準拠した三相、50Hz、300kVAの変圧器

	指数比較
負荷率 20%で 2 台運転の全損失	100
負荷率 40%で 1 台運転の全損失	約 76

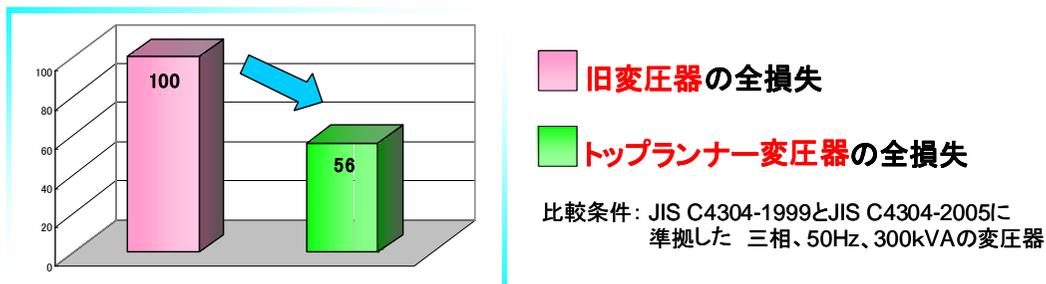


② トップランナー変圧器へ更新した場合の全損失の比較

旧変圧器の負荷率 40%時の全損失を指数 100 と設定。

比較条件 JIS C4304:1999とJIS C4304:2005に準拠した三相、50Hz、300kVA変圧器の比較

	指数比較
旧変圧器の全損失	100
トップランナー変圧器の全損失	約 56



※全損失とは、変圧器内部で消費される電力のことです。

電動機をインバータ駆動する場合の省エネ効果

設定条件 国際規格に準拠した電動機つきファンを駆動した場合の消費電力の指数比較

IE1クラスの電動機を商用電源駆動(インバータは未使用)した場合の消費電力を指数100と設定。

比較条件 200V、50Hz、4P、7.5kWクラス

	IE1クラスの電動機の場合	IE2クラスの電動機の場合
商用電源駆動(インバータは未使用)	100	約97
インバータ駆動(商用周波数で一定速運転)	約106	約103
インバータ駆動(風量100%から80%に可変速運転)	約56	約54
インバータ駆動(風量100%から60%に可変速運転)	約29	約26

注) インバータを用いて可変速運転の設定を行えば、省エネになります。しかし、商用周波数で一定速運転のままでは、インバータの消費電力が増加するだけです。省エネにはなりません。

<電動機のIE1クラス、IE2クラスとは>

一定速度で駆動するモータについては、効率の算定方法を規定するIEC 60034-2-1が2007年に発行され、その算定方法を用いて効率クラスを規定するIEC 60034-30が2008年に発行されました。なお、効率クラスとは、効率基準値をクラスで分類したもので、高い効率からIE4(スーパープレミアム効率)、IE3(プレミアム効率)、IE2(高効率)、IE1(標準効率)の効率クラスが規定されています。

以上