

電力の省エネルギー（節電のための見える化と着眼点）

電力は、使用に伴うCO₂排出等の環境負荷が少なく、受電設備があれば貯蔵設備が不要であるため、多くの設備で使用されています。エネルギー使用費用のほとんどが電力費である事業所もあります。節電は経費節減の、大きな手段ともなります。別の見方をすれば、節電した電力は、新たな目的のために使用することができます。間接的にカウントされる環境負荷である、電力発生時のCO₂発生も削減できます。

節電のための、電力使用量と最大需要電力の低減の考え方、日負荷線図等による電力使用の「見える化」の方法、及び照明・空調・事務機器・冷蔵冷凍・工場動力・コンプレッサ等の各種設備の改善・運用合理化の（すぐ実施できる）**具体的着眼点・方法**を、私の省エネ診断と電気設備保安管理の経験からご説明します。

電力設備の省エネルギーのためには、設備が安定に運用されることも必須です。保安管理については、私の電力技術ページ（<http://hanasaka.life.coocan.jp/denki/>）もご参照ください。

技術士（電気電子・総合技術監理） 増永秀人 （2026/6/22）

1. 電力使用と電気料金

1-1. 電力料金の算出

- (1) 従量料金（電力使用量）
- (2) 基本料金（最大需要電力）
 - a) 需要電力（デマンド） b) 運用による需要電力の違い（基本料金の違い）
- (3) 基本料金の力率割引
 - a) 力率とは b) 計算方法 c) 電力コンデンサによる力率改善

1-2. 電力原単位

1-3. 購入電力測定

- (1) 電力量計 (2) 計量値の処理

2. 見える化による現状把握

2-1. グラフ作成による見える化

- (1) 月別電力使用量 a) 空調用電力の推定 b) 用途別電力使用量
- (2) 月次デマンド
- (3) 時刻別デマンド（日負荷線図）

2-2. 分析と節電 方法の検討

- (1) デマンド抑制（ピークカット） a) デマンド監視による設備停止 b) 設備運用の見直し
- (2) ムダ取り a) 操業時間外電力（待機電力） b) 操業前後の電力 c) 操業中の電力
- (3) 負荷分析と平準化 a) 空調設備 b) 生産設備

3. 使用実績の調査方法

3-1. BEMS、FEMS、デマンド監視装置等

3-2. 電力量計（全日電力量、力率測定、夜間電力量、最大デマンドの読み取り）

3-3. 電力会社資料

- (1) 電気料金請求書兼領収書 (2) 使用実績 全日(kW)表

3-4. 設備点検記録

- (1) 受電設備月次点検記録 (2) 保全点検記録

3-5. 図面・図書

- (1) 電気単線結線図 (2) 取扱説明書 (3) 機器台帳

4. 体制および管理項目

4-1. 管理組織(省エネ委員会等)

4-2. 現状の評価、改善方法の検討

- (1) 評価区分 (2) 評価例

5. 節電のための着眼点

5-1. 照明

- (1) 不要部等の消灯・照度調整 (2) 回路分割 (3) LED化更新(高効率化と留意点)

5-2. 空調

(1) 設定温度緩和

- a) 室内の温度測定 b) PMV 温冷感度寒温度指数 湿度・気流の調整

(2) 空調機効率維持改善

- a) 室内機清掃 b) 室外機清掃等 c) 室外機冷却 d) チラー管理 e) 全体更新

(3) 建物入出熱削減

- a) 窓のブラインド・カーテン b) 断熱塗装 c) 散水 d) 躯体蓄熱

(4) 換気による外気流入の防止

- a) エアハンドラー外気調整 b) 換気扇 c) 全熱交換機 d) 建物出入り口

(5) 局所空調

- a) スポットクーラ b) 空調服

⑥ 燃料転換

- a) GHPの採用 b) ガス吸収式の採用 c) 灯油暖房機の追加

5-3. コンプレッサ

- (1) 設定圧力調整 (2) 空気漏れ (3) 列運用・台数制御 (4) 吸込み空気温度

5-4. ファン・ポンプ

(1) 空運転の防止

- (2) インバータ化 a) 風量・水量調整 b) 圧力調整 c) 換気扇風量

5-5. 受電設備

- ① 変圧器の統廃合(減設) ② 変圧器の高効率型更新 ③ 電気室冷却

- ④ いろいろな?節電案

5-6. ボイラ設備

- ① 空燃比 ② 台数制御 ③ 保温

- ④ ドレン処理 a) スチームトラップ b) ドレン(廃熱)回収 ⑤ 設備更新

1. 電力使用と電力料金

[top](#)

1-1. 電力料金の算出

電力料金は、一か月単位で、使用した電力量(kWh/月)に比例する従量料金と最大需要電力(kW)による基本料金の二項目の合計として計算されます。基本料金には力率割引が行われます。

$$\text{電力料金} = [\text{電力使用量(kWh)} \times \text{電力量料金単価}] \\ + [\text{最大需要電力(kW)} \times \text{基本料金単価} \times \text{力率割引}]$$

電力使用量による従量料金のみでなく、使用の方法で変動する最大需要電力と、電力設備の特性による力率割引による基本料金によって変動することが、他のエネルギーとの大きな違いです。電力料金低減のためには、電力使用量の削減と同様に、設備運用の最適化が必要となります。

最大需要電力は過去1年間の実績により決定されます。当月の電力使用量を抑制しても基本料金は下がらないことも、他のエネルギーとの大きな違いです。

1-1-(1) 従量料金(電力使用量)

電力量は使用された電力(kW)と時間(h)の積による、(kWh)を単位として測定されます。1kW(100Vでは10A)の電力を1時間使用すると、電力量は1kWhとなります。

従量料金は、検針期間(1か月単位)に使用された電力量 kWh に比例します。平均50kWの電力を10時間/日で25日/月使用、電力量料金を20円/kWhとすれば、従量料金は25万円/月となります。

$$50 \times 10 \times 25 \times 20 = 25 \text{ 万円}$$

電力を使用する機器の、毎時毎日の電力使用量を削減することで、削減量に比例して小さくなります。対応方法としては、電力使用設備の運用の合理化と高効率設備への改善となります。照明設備を例とすると、不要照明のこまめな消灯等の運用合理化、LED等の高効率照明設備への更新等が考えられます。具体的な各種の方法を、4節「節電の着眼点」に記述します。

1-1-(2) 基本料金(最大需要電力)

a) 需要電力(デマンド)

1時間あたりに使用される電力量を需要電力(デマンド)と呼びます。デマンド値は、30分毎の電力量を2倍して1時間当たりの電力量に換算します。30分間の使用電力量が50kWhであれば、そのままの状態でも1時間使用を続けると100kWhになるとして、デマンドは100kWになります。1時間の前半(0~30分)と後半(30分~60分)の時間帯で測定され、1日分では、48個のデータとなります。管理上で1時間値が必要な場合は、前半と後半の平均値を使用します。検針月単位でのデマンド最大値が月次デマンド、当月と過去11ヶ月の月次デマンドの最大値が最大需要電力(最大デマンド)となります。最大需要電力が100kW、基本料金単価が2000円/kWとすれば、基本料金は20万円/月となります。

$$100 \times 2000 = 20 \text{ 万円}$$

この例では、前項の従量料金にほぼ等しい基本料金が毎月発生します。電力の使用が少ない月であっても、最大デマンドに対しての基本料金が発生することが、電力料金の特徴です。

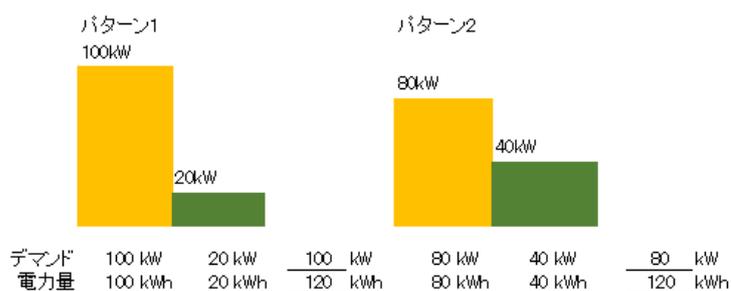
※ 高圧受電で契約電力が 500kW 未満の一般的な需要家では、最大デマンドは毎月の検針結果で自動的に再設定されます(実量制)。前月までの最大デマンドを超えると、新たな最大デマンドとなり、それから 1 年間は下がることがありません。毎月の電力料金に大きな影響を与えます。

500kW 以上の場合は電力会社との協議によります。低圧受電の場合は、受電点での契約アンペア(主開閉器容量)契約等になります。

b) 運用による需要電力の違い(基本料金の違い)

デマンドは設備の運用によって変化します。運用調整により、デマンドを小さくすると、同じ電力量を使用しても、電力料金の低減ができます。

2 時間で電力量 120kWh を消費する設備の運用を考えます。前 1 時間を 100kW、後 1 時間を 20kW を使用するパターン 1 と、80kW と 40kW を使用するパターン 2 の二つの運用では、デマンドは 100kW と 80kWh になります。このデマンドが最大デマンドである場合は、20kW の差が生じます。



基本料金単価を 2000 円/kW とすれば、1 年間の料金差は 400 千円になります。

$$20 \times 2000 \times 0.85 (\text{一般的な力率割引}) \times 12 \div 1000 = 400 \text{ 千円}$$

電力の変動が少ないように設備運用を行うことで、最大デマンドを減少させ、電力料金を少なくすることができます。工場では、生産設備の工程を調整する、ビル等では、空調の運用等で一斉起動を避ける等の対応が考えられます。電力測定データの見える化による検討方法を、次節で説明します。

※ 電力使用量削減は、削減量に直接比例して環境負荷の低減につながります。使用量による等価 CO₂ の排出量は各電力会社により、CO₂ 排出係数(調整後排出係数)として公開されています。九州電力では、0.319kg-CO₂/kWh(2020 年)となっています。

最大デマンドの削減は、直接的には CO₂ 排出量の低減にはつながりません。しかしながら、発電及び送配電設備等の電力設備容量が低減されることによる排出量削減につながります。例えば、最大負荷に対応するための容量を持つ送配電設備の建設・維持、日中の大きな負荷に対応するための、夜間での発電設備の低効率での維持運転があります。

ほとんどの場合、最大需要電力削減を行うと、付帯効果として、電力使用量の削減になります。逆に、電力使用量削減を行うと、最大電力の削減になります。節電意識が生じることにもよると考えられます。

1-1-(3) 基本料金の力率割引(高圧以上での受電の場合)

a) 力率とは

電力には、電気設備で外部に対しての仕事となる有効電力と、設備特性に応じて電流を流すために付帯して発生する無効電力があります。電力量計で連続測定されています。有効電力と無効電力の関係は力率(PowerFactor)として表されます。商用の電源で電動機などを使用すると、電気理論により、印加された交流電圧に少し(位相が)遅れて電流が流れるためです。負荷設備で消費される有効電力を発生する電流の絶対値は、配電線に流れるより電流の絶対値よりも小さくなります。有効電力(設備で使用される電

力)が同じであっても、力率が良い(無効電力が少ない)設備に供給される場合は、配電線の電流が小さく、発送配電設備での損失が少なくなるとの考えにより割引がなされます。

b) 計算方法

割引率は昼間(8時～22時)に受電された電力の力率で決まります。Pf=85%を基準として、上回ると1%増え、下回ると1%下がります。(1.85-力率/100)が力率割引率になります。基準値の85%は、一般的な三相誘導電動機の力率が85%であったことから採用されていると考えられます。前述のデマンド100kWの場合で、力率が100%から95%に低下する場合の料金増加を、基本料金単価2000円/kWとして試算します。

力率100% $100 \times 2000 \times (1.85 - 100/100) = 170000$ 円

力率95% $100 \times 2000 \times (1.85 - 95/100) = 180000$ 円 (5%の割引率減少)

毎月の電力料金が10000円の増加となります。受電力率確認の方法は3-2節「電力量計」、3-3-①節「電気料金請求書兼領収書」で説明します。

c) 電力コンデンサによる力率改善

受電力率は、電力用コンデンサを設置することで改善する(高くする)ことができます。電気理論としては、受電電圧からの電流位相を進めることによる補正です。

・ 高圧コンデンサ

ほとんどの高圧受電需要家では、右図の力率改善用高圧コンデンサが受電設備(キュービクル等)に設置され、高圧側での一括補償がなされています。コンデンサの設計容量不足、点検後の投入忘れ、内部素子の劣化不良による容量減少等が生じると、力率が低下します。電力料金請求書(3-3節)等での確認が必要です。無効電力は、昼間にコンデンサ容量以上の無効電力が使用され、受電点が遅れ力率となった場合にのみ電力量計でカウントされます。有効電力は常時カウントされるため、コンデンサ容量に比例する力率改善とはなりません。



建設時のコンデンサ容量は、動力変圧器容量の1/3を標準として選定されています(最近の設備では小さくなっています)。一般的な、受電設備容量の1/2負荷程度の運用での受電電力では、過剰補償での進相状態となり、無効電力がカウントされることはほとんどありません。進相が大きい場合、電力使用が少ない夜間等に、電気理論で「フェランチ効果」と呼ばれる、受電電圧異常上昇が生じる恐れもあるとされています。

コンデンサの効果については、5-5-④の「いろいろな?節電案」にも説明します。

※ コンデンサ単体での容量調整はできません。力率不足の改善はコンデンサ更新等で行います。特定の月(真夏の重負荷期等)のみの発生であれば、力率割引額ではコンデンサ更新(容量増費用が償却できない場合があります)。

頻繁な容量調整が必要な場合は、複数台を設置して、通常は1台を常時使用(LBSで接続)、他を力率調整器制御のコンタクター(VCSで接続)として入り切りを行います。高頻度での入切となるために異常電圧防止のための放電リアクトルを設置します。コンデンサ本体付属の内部放電抵抗では対応できません。

コンデンサの更新・容量増加は設備保安のための経年劣化部品更新と併せて考えます。高圧コンデンサは劣化すると内部絶縁油を噴出する事故を生じるおそれがあります。更新推奨年数は15年です。第4

節で記述する電力削減で多用されるインバータで発生する高調波による障害も受けやすい(異常発熱する)設備です。適正な容量の選定と高調波障害防止用の直列リアクトル(6%又は12%)設置、高圧設備安全のための保安管理が必要です。

コンデンサの高圧絶縁電線(6600V)に触れると感電します。高圧特別教育修了者等の技術員以外での点検作業は、名板読み取りであっても危険です。

- ・ キュービクル用低圧コンデンサ

安全のために、医療・老健設備等で、高圧部でのコンデンサ事故を考えて、キュービクル等にケースに入った受電力率改善用の低圧コンデンサを使用している場合があります。キュービクル配電盤のMCCBに接続されています。

かつて、灯動共用V結線変圧器を使用する受電設備で、変圧器の共用相に単相低圧コンデンサ(200 μ F程度が複数)が使用されている場合があります。V結線特性による容量増が目的であり、受電力率にはほとんど関係ありません。



- ・ 現場分電盤用低圧コンデンサ

現場分電盤(操作盤)で機器個別に並列に接続されている小型のコンデンサです。機器個別配線の力率を改善します。個別機器用のブレーカ又はマグネットスイッチの二次側に、機器送り配線と並列に取り付けられています。右図・下部の灰色のものが低圧コンデンサです。理論的には取付位置までの配電電流による抵抗損が減少し、機器の運用による電圧変動が減少します。

節電を考えた高度の設備として推奨されていた時期がありましたが、電源が安定し、十分な大きさのケーブルで配線されていると効果は少なくなります。受電力率には実用上関係ありません。

低圧コンデンサは点検されていない場合が多く、更新推奨年数(15年)を極度に超過したコンデンサが現場分電盤に(埃をかぶって)放置され、劣化による発熱で電気火災の発生することがあり(特にブレーカ二次直接に接続の場合)、撤去する方が安全です。



1-2. 電力原単位

使用電力量(電力料金)が、近ごろ増えてきたのではないかと同様な事業所と比較して大きいのではないかと考えるためには、電力原単位が使用できます。

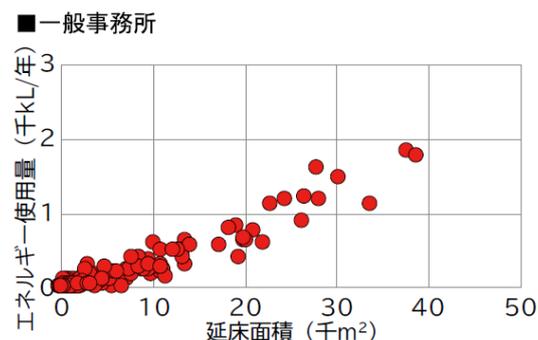
電力原単位は、電力使用量を分子とし、事業活動を代表する数値を分母とする数値です。付加価値を作り出すために使用された電力とも考えることができます。製造業では生産量(ton)、サービス業では設備床面積(m²)等を母として、「kWh/ton」「kWh/m²」「kWh/出荷金額」等で表すことができます。基本料金を含む電力料金を使用して「円/ton」、「円/m²」等とすることもできます。生産量(又は床面積等)が増えると、電力使用量は増加しますが、生産効率が同じであれば原単位は変動しません。生産効率が高くなると、原単位は小さくなります。「円/ton」等の電力料金を使用する原単位では、運用改善による基本料金低減などの節電(電力料金削減)効果が分かりやすくなります。会計的には製造経費(減価償却費含む)を分母とすることもできます。

空調等に電力以外のエネルギー(ボイラ、吸収式、ガスエンジン等)を使用する場合は、電力使用量を重油使用量に換算して、重油使用量に換算した他のエネルギー源と加算してエネルギー消費原単位とす

ると、エネルギーの使用状況が分かりやすくなります。それぞれの CO2 排出換算値を使用して、事業所の CO2 排出量を求めることができます。原単位の数値的な削減は、省エネ目標値として使用されます。

一般事務所の例を示します(省エネセンター「ビルの省エネルギーガイドブック 11 ページ」)。例では電力量は熱量に換算して表示されています。同種の事業所と比較することで、当該事業所の電力使用の合理化の程度を考えるための指標として使用できます(省エネルギーセンター等では業種毎についても一般的な原単位を持っています)。現状の自所原単位を把握し、他所と比較しての目標値を設定することで効率化(節電)を目指すことができます。

同一事業所での経年的な(複数の営業期を通しての)変動を把握すると、主要な設備の経年劣化または工程の変化を見つけることができます。



1-3. 購入電力測定

1-3-(1) 電力量計

電力量の計量(検針)は、電力(地域送配電)会社との責任分界点(九州では一般的には引込電柱)に取り付けられた、電力会社が封印した計器箱に収められている取引用電力量計で行われます。電力量計は、写真右の電柱上に設置された、組合せでの検定を受けている、高圧電圧・電流を測定する VCT(計器用変成機)と直結されています。VCT(写真の赤矢印)は、電柱の区分開閉器(PAS)の下に吊り下げて取り付けられていることが一般的です(キュービクル内部に設置されている場合もあります)。上段の PAS の後に取り付けられていますが、PAS は需要家、VCT は電力会社の管理(所有)です。

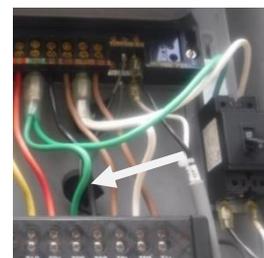


電力量計は計量法に基づく検定品です。封印された計器箱に収納されています。扉を開いての、ユーザーでの内部確認は禁止されています。電力購入先が新電力等であっても、ユーザーへの配電は電力(送配電)会社で行われている(ごく稀に、異なる場合があります)ため、計量方法は同じです。VCT と併せて定期的(法定検定期間満了前)に電力会社により更新されます。

1-3-(2) 計量値の処理

計量値は、巡回検針員による電力計の検針月単位での目視読み取り、または自動伝送により電力会社に送られます。その時点での計量値は電力量計に数値として表示されるので、任意の時点での読み取りも可能です。読み取り値の活用例を 3-2 節に説明します。

節電活動に使用するための、デマンド監視、EMS(エネルギー・マネジメント・システム)設備等に使用するための計量値信号を、電力会社への申し込みで受領することができます。現在は、パルス分離方式(電磁式)がほとんどです。右図(矢印)のように電力計に内臓されたパルス出力線を、検出用 CT に通すことで測定します。CT 出力線は電力計箱底部から引き出されています。ノイズ等により若干の読み取り誤差が生じることがあります。電力計がスマートメータに更新後は LAN ケーブルで、B ルート(ECHONET Lite)を使用しての、電力会社用(A ルート)と同じ計量値を受取ることが可能になります。



ビル等で、テナント別での電力測定のために、テナント入口等に同じような外見の電力量計が設置されている場合があります。測定対象である低圧ケーブルが電力計に直接引き込まれ、電圧電流の検出が行われます。取引用ではないため、電力計の管理方法及び計量値の取扱の方法は任意で、オーナーとテナントの協議によります。電力測定なしに、全体での電力料金を案分することも任意ですが、電力費としてのコスト意識が薄れます。



2. 見える化による現状把握

[top](#)

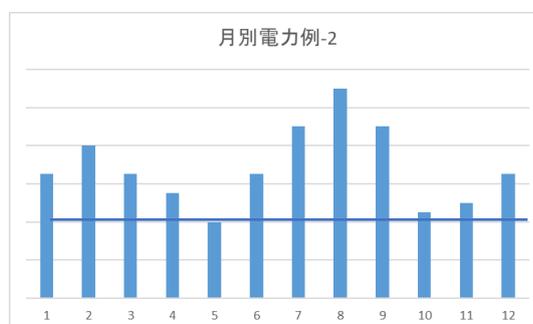
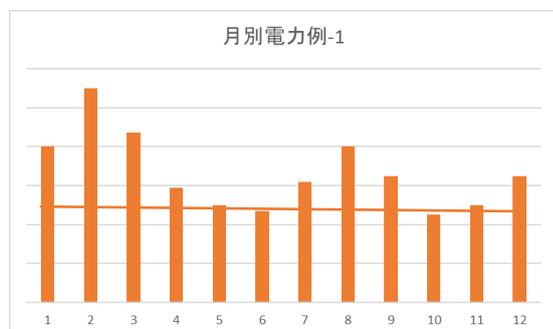
電力使用実績をグラフ化により「見える化」します。設備の運用と比較し、変動の理由を考えることで、電力量と最大デマンドを低減するための方法が見えてきます。データの採取方法は次節「使用実績の調査」に説明します。省エネは省エネ機器を付けたから終了ではなく、日々の活動で進めることができます。電力使用実績を知ることが最初のステップです。

2-1. グラフ作成による見える化

2-1-1) 月別電力量

1か月単位での使用電力量(kWh)を、横軸を使用月、縦軸をkWhとしてグラフ化します。1年間分を作成すると、電力使用の季節的(外気温・湿度等)な変動を把握することができます。数年以上の期間を作成すると、運用方法・設備更新等の影響を把握できる場合があります。

季節的変動の例として、空調設備の影響を考えます。下図に二つの例を示します。いずれも、冬季と夏季に電力使用量が大きくなっていることが分かります。ビル・事務所等で、空調設備の電力使用比率が大きい施設に認められるパターンです。空調以外の電力使用のほとんどが照明であり、空調が電気式の場合に特徴的に現れます。



例-1は冬季に最大電力量となっています。空調を使用していないと考えられる、春、秋期の電力量が基底電力であると考えて横線を引くと、冬季の超過部分が暖房用、夏季の超過部分が冷房用として使用された電力であると推定することができます。暖房用電力が冷房用電力よりも大きいと考えることができます。冬季の寒さ対策を考えることで電力量削減につながる場合があります。例-2は夏季に最大電力量が出ています。冷房用電力が大きい場合です。暖房にボイラが並列に使用される事業所、発熱する設備がある工場でも見られるパターンです。電力使用量変動には事業所の操業状態も影響します。例-1では3月の年度末多忙期により電力使用が大きくなり、例-2では5月の連休による長期休業により電力使用が小さくなっていると考えられます。

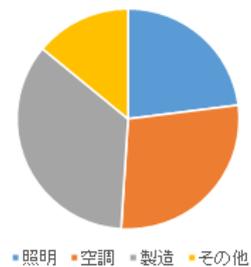
a) 空調用電力の推定

空調動力推定(空調機用電力が個別に測定されていることはほとんどありません)には、本体の名板等による空調機用電動機容量、COP等の性能調査と、運用時間と負荷率による方法もあります。上記の使用電力量変動と併せて考えると、より正しく推定ができます。石油燃料によるボイラ(又はヒータ)が熱源として使用されている場合、空調機にガスエンジン、ガス吸収式などが採用されている場合は、電力量を熱量(GJ)に換算して、重油・ガス等の燃料による熱量(GJ)と併せて月別使用熱量として検討すると、全体のエネルギー使用量の変動が分かりやすくなります。

工場等の、製造部門の電力使用が大きい事業所では、空調電力による季節変動は認められにくくなります。毎月の生産量の変動(原単位の考え方)と、コンプレッサ等のユーティリティ電力の使用状況調査を行います。大型の冷蔵・冷凍設備がある場合は外気温による影響が空調機同様に現れます。プレハブ型で保温等が不十分な場合等が無いかの調査を行います。除塵設備などで大型送風(排風)機等が使用されている場合には、冬季の空気密度増加のために、設備運用の変動が無くとも、電力使用量が増加します。

b) 用途別電力使用量

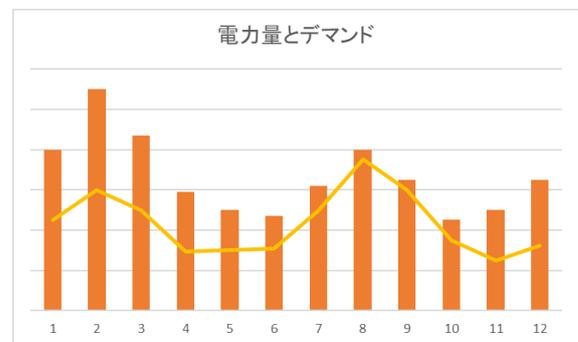
年又は月単位での電力使用量を、照明・空調・生産設備などの用途別に分類してグラフ化すると、操業状態を考えることができます。製造事業所で、右図の例のように、電力の1/2以上がユーティリティである照明・空調に使用されている場合があります。付加価値を直接に産出する製造設備の電力使用比率を大きくするための検討を行います。部門別電力に考えると、生産に直結しないユーティリティ電力を見つけ出すきっかけとなります。



電力データ採取は、3-1節のBEMS、FEMSがあれば、精度よく行うことができます。無い場合は、3-4節の月次点検記録、保全点検記録、3-5節の単線結線図等と、設備の運用状況把握を合わせて考えることで推定します。

2-1-(2) 月次デマンド

検針月単位でのデマンド(30分単位)の最大値が、その検針月の月次デマンドとなります。月別電力使用量グラフに月次デマンドグラフを重ね合わせると、電力使用状況の特徴が更に分かりやすくなります。前項の例-1の電力使用量のグラフ(茶色)に月次デマンドの折れ線グラフ(黄色)を追加したものを右図に示します。



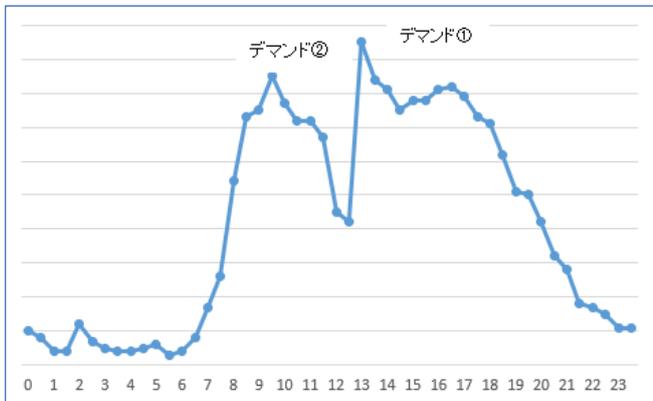
一般的には、電力使用量が多い月に、月次デマンドも大きくなります。しかしながら、図では、最大の月次デマンド(契約電力→基本料金)は使用電力量が最大の2月ではない8月に生じ、月次デマンドが最大ではない2月に電力使用量が最大となっています。電力使用量及びデマンドの変動要因が空調設備であると考え、空調設備の使用時間は夏季よりも冬季が大きい、夏季の冷房運用に、空調機の一斉起動等の、デマンドを押し上げる使用があったと推測されます。空調設備の運用に改善の余地があると考えられ、電力料金削減についての大きな着目点になります。

負荷の大きい設備が運用されている場合は、設備運用により、電力使用量変動には関係なく、月次デマンドが変動します。月次デマンドの発生要因は、次項の日負荷線図を、主として、月次デマンドの発生日について作成し、設備運用と保全の面から、改善方法を検討します。

2-1-(3) 時刻別デマンド(日負荷線図)

[top](#)

縦軸をデマンド値、横軸を時刻として、1日分のグラフを作成します。1日の電力使用の変動を把握することができます。デマンド値としては、一般的には、3節に説明するEMS又は、デマンド監視装置で採取されている30分値を使用します。下図はEXCELに入力した実績を、標準のグラフ機能で作成したものです。デマンド監視装置等では、付属機能で自動作成することができます。操業状態と比較して考えることで、節電のテーマと方法を見つけます。操業が昼間のみである設備での、夏季の日負荷線図例を示します。



デマンドが始業により増加し、終業により減少していることが分かります。午前と午後ピークがあり、1日の最大のピーク①が13時、次のピーク②が9時となっています。ピーク①が検針月での最大であれば月次デマンド、過去1年間の最大であれば、電力料金計算に使用される最大デマンドとなります。季節別(春、夏、秋、冬)の、デマンドが大きかった日の日負荷線図を作成し、他の日(他の季節)の線図と比較して、ピークが発生した日の設備運用状態を調査します。

昼休み時間12時～13時のデマンド減少は、昼休み中の消灯、設備停止等の節電対応が良好であるためであると考えられます。終業後のデマンド減少は始業時に比べると傾きが緩やかです。終業後の片付け、清掃などで、設備停止が一斉ではないため考えられます。

操業がなされていない深夜帯にも、電力が使用されていることが分かります。待機電力と呼ばれます。保安照明、機械の保温・ドレンの排水等の設備を維持するための電力です。人為的な要因として、設備の停止忘れが原因となることもあります。

2-2. 分析と節電方法の検討

2-2-(1) デマンド抑制(ピークカット)

最大デマンドの抑制による基本料金の低減を目指します。日負荷線図例のデマンド①と②は設備の運用が集中することで生じたと考えます。発生時間帯の設備運用を調整し、電力使用を抑制することでデマンドを低減します。第一手段としてユーティリティ設備である空調・コンプレッサ・照明等の運用抑制(停止)、第二手段として生産設備の順次起動・運用時間帯の調整を考えます。一般的には、特異な極大値の発生は1年に数回です。数回の削減努力で、年間を通じての大きなデマンド抑制効果が得られます。抑制には二つの方法があります。二つの方法を併せると、より効果的です。

a) デマンド監視による設備停止

電力使用量を連続監視し、超過が予測された(デマンド警報が発生した)場合に、あらかじめ選択しておいた設備を手動、または監視装置による自動で停止します。実績値による後追い方式です。停止した設備は、警報消滅後に、電力変動を見ながらの順次再起動を行います。対応を空調設備で行うと、昼休み後の最も暑い時期での空調停止が発生する場合があります。操業に支障を及ぼさない、電力低減に効果的のある設備の選定と停止順位の設定に注意が必要です。次項の設備運用の見直しを同時に進行させると効果的です。

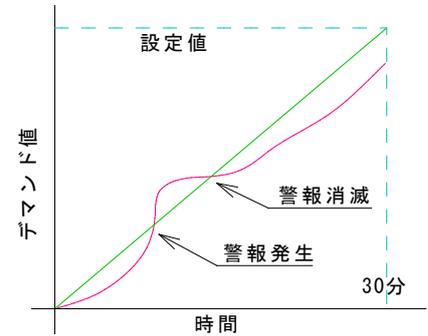
デマンド監視装置を設置すれば、何もしなくても節電できるのではなく、停止設備の選択等の工夫と努力で、有効活用すれば節電できるとの認識が必要です。自所のみの監視であり、電力系統としての需給適正化を目的とするデマンドレスポンスへの直接的な関与はありません。

※ 警報発生方法の例

デマンド測定開始時間から、電力量は一定比率で増加するものとして、30分後に設定値となる予測直線(緑直線)を想定します。

実測された電力積算値は、図の赤曲線のようになります。予測直線(緑直線)より大きくなると、デマンド超過が予測されるとして、警報を発生します。小さくなると警報が消滅します。

将来の機器使用状態による変動を予測しているのではなく、30分単位の実績のみによる判定です。直後に停止予定の設備があっても発報します。デマンド測定後期になるほど、余裕時間が短くなり、警報発生時の対応が難しくなります。警報発生のタイミングには、監視装置メーカーによる調整があると考えられます。



b) 設備運用の見直し

日負荷線図との関連で設備運用状態を検討します。ピーク時間帯を把握し、その時間帯に運用される、又は高負荷になる(電力消費が増える)と予測される設備の運用を予め調整します。デマンド①の抑制が最初の対策となります。夏季の昼休み後であることにより、停止されていた空調設備が一斉起動し生じたと考えることができます。外気温が高くないと考えられる時間帯であるデマンド②は、始業直後に生産設備等の起動が集中したと考えることができます。

・ 空調

最も対策が取りやすく効果が大きい対策です。一斉起動を抑制すれば、起動電力と、通常以上となる起動直後の電力が重なって生じる電力急増を防止できます。順次の空調起動を行います。昼休みに無人となる事務室等の空調を、昼休みにも連続運転しておく、逆転の発想も効果的です。建物を冷やしておく(躯体蓄熱する)ことで、ピーク発生が予想される昼休後の時期に、空調機負荷の急増を抑制することができます。空調機の運転が安定することで、電力量としても減少する場合があります。コンプレッサでは、午前の作業終了後も停止せず、充気状態で維持すれば、昼休み後のピーク発生時のローディング運転を抑制することができます。

※ 空調電力は外気温に影響されます。過去の最大デマンド発生時の外気条件を調査して、対応すべき気象条件を調べます。天気予報により、冷房時では高気温での晴天が予想される場合等、臨時的に、発熱の大きい屋内設備を停止する、天井または室外機等への散水による気化熱での冷却を行うことで空調電力の抑制ができます。暖房時では、降雪などの低温が予想される場合に、石油ストーブでの追加暖房の増強等の対応を行うことで、空調機電力の削減ができます。

・ 生産設備

作業工程及び作業時間帯の調整を行います。事業所の業種と運用状態に合わせての検討になります。電力使用ピークの発生がない時間帯に、保管可能な仕掛品の製造を行う、倉庫での入出庫(特に油圧エレベータ運用による)を行う、冷凍倉庫での入出庫を行う等の作業時間調整を行います。タイマで起動する冷凍庫・冷蔵庫のデフロスタの自動起動時刻設定方法を取扱説明書等で調査し、ピーク時間帯に起動しないように調整を行います。冷凍機コンプレッサ運転がデマンド測定時間の30分に近い場合は、温度設定で、1回の運転がデマンド測定時間と重ならないような温度設定することで電力量が分散され、デマンド

値としては抑制することができます。始業時に電力消費量が大きいウォームアップ操作が必要な設備を、早めに起動して、ピーク時間帯のウォームアップ動作を防止します。作業マニュアル徹底により、不要な運用(空運転)の防止が必要です。

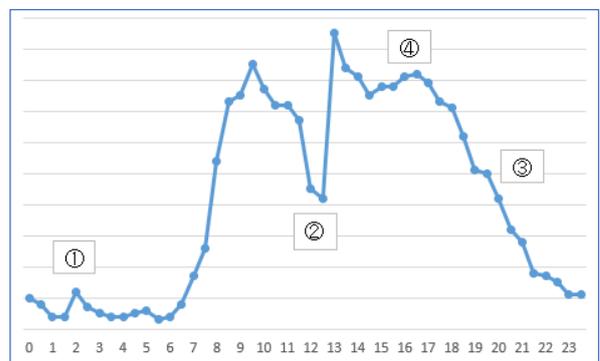
設備保全による工作機械の効率低下、冷蔵冷凍庫又は加熱設備の設備本体・配管の保温不良による放熱、配管漏れによるコンプレッサ、ポンプなどの不要な運転時間延長等による負荷を削減します。ピーク時にも継続して発生するため、デマンドにも影響します。デマンドの低減は、ほとんどの場合、次項の電力量の削減にも効果があります。

① 2-2-(2) ムダ取り (電力使用量の削減)

必須ではなく(ムダに)、使用されている電力を見つけ出し、設備運用の適正化を行います。日負荷線図の変動を、設備運用状態を考えて調査します。前項の日負荷線図を例として説明します。

a) 操業時間外の電力(待機電力)

夜間(及び休日)で操業されていない時間帯であっても、受電用ブレーカ(開閉器)等を開放して設備を全停電させない限りは、設備を維持するための電力が消費されます。待機電力とも呼ばれます。保安・誘導灯照明、冷蔵(冷凍)庫、送水ポンプの締切り運転・閉塞防止用ミニマムフロー循環、設備維持のための自動加温・凍結防止等に使用される電力です。微小な電力としては、パソコンスリープ等の電子機器即時起動のための制御回路維持、便座保温等の電力があります。使用電力が少なくとも、毎日生じている場合が多いので、年間の電力量としては大きなものになります。



全体の使用電力が小さい時間帯には、意識されていない設備の運用による影響が分かりやすくなります。図では、無人である朝2時の①で、電力にわずかのピークが増加しています。地下ピット排水設備等の保安設備の自動起動等が考えられます。冷却水止め忘れ、止水栓の漏れ等が無いかの確認を行います。自動加温等で24時間タイマによる運用の場合はタイマ設定調整を行います。昼間にも同様の電力が使用されていると考えれば、起動時間を調整することで、デマンドピークカットにも有効な対策となります。

22時～8時までの電力使用量の合計は、日負荷線図がなくとも、後述する電力料金請求書または電力量計の読みからも得ることができます。オールフリースイッチ等で不要な設備は全て停止していると信じ込むのではなく、実際の電力使用状況を確認することが必要です。4-6節の受電設備の変圧器統廃合等を検討する場合は、夜間の変圧器抵抗損を算定するためにも重要です。

b) 操業前後の電力

電力は始業のための設備運用開始で増加し、終業で低減します。日負荷線図の変動で設備の始動・停止の状態を判断することができます。

・始業時

作業準備・ウォーミングアップ開始が早すぎる等であると、始業時間前に電力使用量が増加します。作業開始がさみだれ式であると、電力増加が大きくなります。最短時間で操業体制に入ることを考えます。

・終業時

終業時は、日負荷線図の②部分のように、電力の減少は始業時よりも緩やかな傾きになります。残業等により設備停止が一斉ではなく、順次停止しているためと考えられます。照明・空調設備では、残業による必要箇所以外に、照明・空調が慣習的に使用のままになっている場合、設備の切り分けができず不使用部まで使用のままとなっている場合があります。製造設備では、生産終了後の設備を清掃のために運転を継続(空運転)している場合があります。搬送用コンベア清掃で、清掃終了まで部分停止が無く、上流部を含む全系列が運用されている等です。清掃方法の変更等、操業が終った設備が速やかに停止されているか、停止できないのはなぜかの検討を行います。設備が切り分け使用できるように検討します。

c) 操業時間中の電力

昼休みのデマンド減少②は、昼休み消灯等の節電対策が良好であることを示しています。デマンドの低下がみられない場合は、昼休み節電の再確認を行います。毎日1時間でも、積み重ねで、1年では大きな電力量の削減ができます。電力量としては微小ですが、パソコンのスリープ機能活用等も推奨されています。

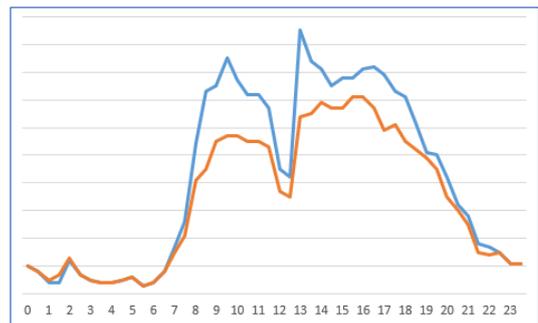
設備の部分的な停止のみでなく、次節の事業所運用全体を考えて、負荷運用状況の分析によるデマンド平準化が必要です。

2-2-(3) 負荷の分析と平準化(最大デマンド)

a) 空調設備

夏季の線図(青色)に、空調を使用しない時期である、春又は秋(中間期)の線図を書き加えます。茶色折れ線です。時季による事業所の操業状態に変化がないとすれば、操業に必要な電力と判断することができます。空調(冷房)を使用している夏季(青色)と、中間期(茶色)の電力差が、空調用電力と判断できます。

夏季の13時の立ち上り幅が、中間期より大きくなっています。操業設備の発熱の除去に必要となる以上の電力が要求されていると考えることができます。前項のピークカットで説明した、空調機の一斉起動が要因と考えられます。



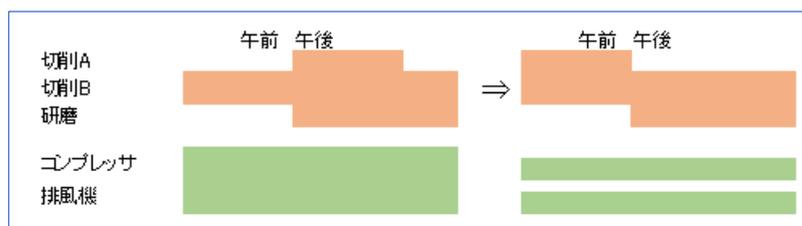
夏季と中間期の電力差は、午前の方が午後よりも大きくなっています。午前中に午後より大きな空調能力が要求されていると考えられます。通常は、冬季の暖房使用時期に生じますが、建物が朝日を受け、夕日を受けにくい配置であれば、午前中の日照による温度上昇と考えることができます。東側窓のブラインド設置等での日射抑制が考えられます。午後の電力差が大きい場合は、西側のブラインド強化等が考えられます。

冬季の場合も、同様にして暖房用電力を推定できます。一般的には、設備の発熱があるため、冷房用電力より小さくなります。電力以外の熱源(灯油等)併用も有効です。

b) 生産設備

空調使用のない中間期は、操業による変動を直接的に示していると考えられます。午後の電力が午前中の電力より大きくなっています。午後の設備使用が多い(操業比率が高い)と判断できます。工程の詳細調査を行います。設備運用タイムチャートを作り、午後に運用している設備を午前中運用に変更することで、電力平準化を行うことができます。

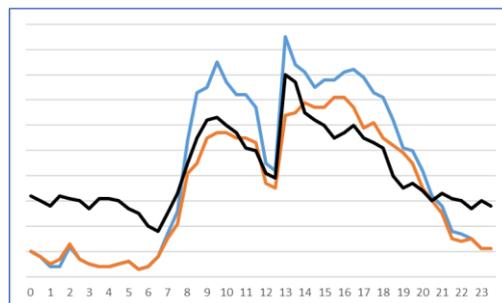
例として切削 A、切削 B と研磨が製造の主工程であり、ユーティリティとしてコンプレッサ、排風機が連続運用となっている設備を考えます。現状の工程は図・左であるとし、午後集中して行われていた切削工程のうち、A 工程を図・右のように、午前にも移動できれば、電力デマンドを減少させることができます。仕掛品工程の移動を考えます。



コンプレッサ、排風機も生産工程の変動に合わせて、最適となるように調整(一般的には処理量の低減・インバータ使用等)すると、電力デマンドのみでなく、電力使用量の削減ができます。建設計画時には、ユーティリティ設備容量は対象とする設備の最大総負荷で設定され、実運用開始後もそのままの設定で維持され、結果的に過剰な運用となっている場合がほとんどです。設備運用実績により適正負荷に調整することで、電力デマンドの平準化と電力量の削減を行うことができます。省エネチューニングと呼ばれている方法です。20～30分周期で起動するコンプレッサ(冷凍機含む)では、デマンド測定周期に一致しないように、短期の起動とすることでデマンドが削減できる場合があります。

タイムチャートによる生産設備運用状態の把握は、事業所の騒音、電源への高調波発生等の環境障害の原因調査等にも役立ちます。

交代制(2交代、3交代)勤務により作業時間の調整を行うと、より大きなデマンド低減効果が得られます。現状の夏季のデマンドを青折れ線で、設備の一部を連続操業に変更するとしてのデマンド例を、黒折れ線で示します。電力使用量は同じという条件で作成しています。連続操業部分を高効率で維持できれば、デマンドのみでなく電力使用量も下がります。勤労管理、人件費変動等を考えての経営的な総合判断になります。



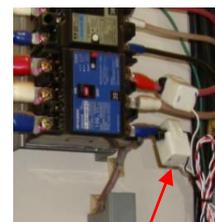
3. 使用実績の調査方法

[top](#)

受電設備及び現場設備の監視機能を持つ装置(EMS等)が設置されていると、正確なデータを得ることができます。このような装置は無く、記録は作っていないという事業所でも、電力会社領収書、保安点検記録等の電力使状態が確認できる、各種の方法があります。

3-1. BEMS、FEMS、デマンド監視装置等

EMS(エネルギー・マネージメント・システム)は事業所全体のエネルギー使用を把握管理する設備です。ビル(Building)用はBEMS、工場(Factory)用はFEMSと呼ばれます。EMSは事業所の設備に合わせて、個別に設計されます。専門メーカー品の設置がほとんどですが、自社制作でも可能です。図は、現場分電盤内に後付けされた、負荷への電流を測定するためのCT(アナログ電流変成器)です。キュービクル配電盤・現場分電盤等のブレーカ二次側に取り付けられている場合は、EMSではなくとも、何らかのデータ採取装置があると考えられます(一次側取り付けはブレーカの保護範囲ではないので危険)。計測とデジタル伝送機能を持つ、ブレーカ型電力計も使用されます。



測定値は主装置(EMS 専用のパソコン等)で処理されます。受電電力、部門別電力集計のための回路別の電力測定のみでなく、主要機器の運用状態の監視及び自動での起動停止までを行う場合があります。テナントビルの BEMS ではテナント別電力計での課金機能も追加されます。図はメーカ(三菱電機テクノサービス殿)ホームページの説明例です。電力使用量の見える化のための全体デマンドから、部門別分析グラフ、運用状態一覧等の各種の分析までの各種の出力を行います。しかしながら、EMS が活用されていない場合が多数あります。使用方法が理解されていない、出力装置(プリンタ、USB ポート等)の使用法が分からない、担当者があいまいで放置され、日負荷線図などが作成されていない、作成されても省エネ管理部門に届いていない等です。取扱方法・情報共有するための社内組織の調整することで、現状把握の有効手段である EMS の活用を行います。



・デマンドレスポンス(系統受給平準化)

使用機器の起動停止ができる場合、電力需給バランス調整を行う、アグリゲータの DR(デマンドレスポンス)信号を受け入れることで電力料金を低減(値引き)する方法も採用されています。事業所単独のデマンド監視による設備の起動停止のみでなく、系統全体としての電力需給の判断による DR 信号で機器を起動停止します。系統の電力が供給<需要の場合は下げ DR 下げ信号による機器停止、供給>需要の場合は DR 上げ信号による機器起動をプログラムにより行います。DR 下げは機器を停止することで供給余裕が増える、ネガワット概念によるものです。受給バランスをとることでの発電効率の維持協力への対価と考えられます。DR 信号の代用として、現状の電需要力取引単価を表示して、担当者に機器の起動停止を促す方法も採用されています。取引価格により、DR 信号の状態を考えるものです。電力料金が固定による場合は、低減はできません。

・デマンド監視装置

高圧受電で高圧受電設備の保安管理が外部委託されている事業所では、保安用の絶縁(低圧部)監視装置に、ほとんどの場合、30分デマンドの監視と警報発生を行うデマンド監視装置が付帯しています。管理技術者に、設置状況とデータの採取方法を問い合わせることも役立ちます。図はキュービクル内に設置されている絶縁監視装置の例です。充電部分に近接していることが多いので、技術員以外で確認を行うことは、感電の恐れがあります。電力信号の採取は、引込柱の電力量計での信号分離(パルス信号、LAN等)で行われています。稀に、高圧受電盤の VT、CT での電圧・電流測定による演算を行う設備があります。



・電力間取引データ

新電力等(以下、九州電力等の一般電気事業者以外を略称します)から電力を購入している場合には、30分デマンドが新電力と電力(送配電)会社の取引データとしても使用されるため、新電力ユーザーのホームページから、指定されたパスワードによりデマンドデータを入手できます。どのようにして自所の管理のページを開くかを含めて、前述の EMS 同様に、理解されていないことが多く、確認が必要です。管理機能があることではなく、日負荷線図の作成方法を含めて有効活用することで節電が進みます。

3-2. 電力量計(全日電力量、力率等の直読)

電力料金算定のための測定を行います。次項の電力料金請求書等に、測定値の一部の数値が記載されています。表示部に現在及び検針日の測定値が交互に表示されます。左上窓に「検針」が表示されている状態では最近の検針日(月初めの1日が多い)に締め切られた積算値が表示され、表示値は次の検針日まで保持されます。空欄の状態では現在までの積算値が表示されます。表示値は新規に設置された時点からの積算値で、クリアする機能はありません。

各データが一つの表示窓に交互に表示される型(図)と、個別の表示窓に同時に表示される型があります。夜間電力の使用が多い事業所で採用される季時別契約の場合は、さらに区分されたデータが表示されます。表示の見方は、詳細が電力会社ホームページにも説明されています。

① 全日電力量

昼間、夜間を通して使用された電力量です。図は「検針」状態での全日電力量の表示例です。表示値は1297.23です。数値が小数一桁の場合は電力会社から購入している事業所です。例での、小数2桁の場合は新電力等からの購入です。地域送配電会社と電力供給会社の電力取引のために精度が高くなっています。空欄時の指示値(現在値)が1323.15であれば、検針での指示値1297.30との差を乗率(一般的には60、右上に表示)で乗じた値、

$$(1323.15 - 1297.23) \times 60 (\text{乗率}) = 1555.2 \text{ kWh}$$

が、前回の検針日から現在までの電力量になります。前回の検針日の指示値が分かれば、検針期間中の電力量を求めることができます。

電力計の設置から現在までの総使用電力量は、空欄時の指示値と乗率により求められます。

$$1323.15 \times 60 = 79,389 \text{ kWh}$$



② 力側有効電力 P1 と力側無効電力 P2 (力率割引)

電力料金計算での力率割引率を算出するための、昼間(8時～22時)の有効電力量と無効電力量です。それぞれ、力側有効電力 P1 と力側無効電力 P2 として表示されます。演算結果は「検針」表示の右上に、100%をFFで、それ以下の場合、97等の数値で表示されます。力率と割引率の計算例を、3-3-①に電力料金請求書兼領収書に転記されている数値により示します。

※ P1 は昼間に使用される有効電力が常時積算されますが、P2 は受電電力が遅れになった場合にのみ積算されます。設備で使用される無効電力(遅れ)が力率補償用コンデンサ容量(進み)以上となる状態です。ほとんどの需要設備では、設備で使用される無効電力より大きい容量のコンデンサが設置され、受電電力としては昼間も進み力率(過補償)となるため、P2 の表示値が増えることはありません。設置時の6～7程度のみです。力率の指示値もFF表示です。

P2 表示値が増える場合の原因としては下記の調査を行います。

- ・力率改善コンデンサの入忘れがないか？
- ・コンデンサ内部異常による容量減少はないか？コンデンサ高圧電流を高圧用クランプメータで測定することで運用中も判断できます。
- ・設備の電動機の過負荷運用または劣化がないか？現場機器の運用実績により判断します。電力量の増加要因となっている場合もあります。

③ 夜間電力量

直接の表示値にはあてません。全日電力量とP1との差が夜間電力量です。日負荷線が作成されていない場合の夜間電力量が分かります。夜間操業をしていない事業所では概、全日電力量の10～20%程度です。比率が大きい、又は変動する場合には、夜間に不要に使用されている設備がないかの調査を行います。経年的な変動、又は積算値(現状)と検針月の比率に違いがある場合は、操業状態に変動があったと推定できます。夜間電力量が昼間電力量の30～40%以上の場合は、契約種別を季時別等に代えることで電力料金が低減できる場合があります。

④ 最大デマンド

dとして表示される値に乗率をかけたものがデマンド(最大電力)です。この値は積算値ではありません。

3-3. 電力会社資料

3-3-(1) 電気料金請求書兼領収書

電力会社(送配電)が発行します。電力を使用していれば必ず受領しています。月単位での電力使用量、月次デマンド、最大デマンド、昼間電力が把握できます。2-1節の①の月別電力使用量、及び②の月次デマンドのグラフを作成するためのデータが直接得られます。電力料金支払いのために経理部門のみで保存するのではなく、節電のためにも活用すべきものです。

九州電力殿ホームページの「請求書の見方」に公開されている請求書で説明します。ビル等で一般的な業務用電力Aを例として説明されています。電力料金単価は契約の種類により異なるので、電力使用量が同じであっても契約により電力料金は異なります。ここでは、電力使用状況の把握を主目的として説明します。

※ 電力単価

九州電力(一般電気事業者)との契約では、電気料金は固定価格制です。年間を通して同じ単価による契約と、使用時期及び時間帯により単価が異なる契約(季時別)があり、請求書の書式も異なります。

新電力契約の場合には、日本卸電力取引所の市場価格による変動価格の契約があります。請求書の形式は更に異なります。単価は市場価格に応じて随時変動します。一般的には変動価格が安価ですが、電力需給によって市場価格が著しく高くなる時期等には、固定価格が安価となることがあります。

a) 契約電力

契約電力になる最大デマンドは、実量制の事業所では領収書左側 ⑬欄に表示されています。

ご契約内容			
ご使用場所住所	福岡市中央区渡辺通2丁目1番82号		
供給地点特定番号	09-1234-5678-0321-0000-0000		
ご契約種別	業務用電力A		
	⑬ 契約電力等	⑭ 実量制のお客さまの実績最大需要電力	
契約電力	420 kW	20**年 4月	390 kW
		20**年 3月	390 kW
		20**年 2月	360 kW
		20**年 1月	360 kW
		20**年 12月	360 kW
		20**年 11月	360 kW
		20**年 10月	360 kW
		20**年 9月	360 kW
		20**年 8月	360 kW
		20**年 7月	360 kW
		20**年 6月 *	420 kW
		20**年 5月	390 kW

月次デマンドの最近1年分が右側 ⑭欄に記入されています。その中の最大値(*印がついている)が契約電力となり、⑬欄に示されます。例では6月に※印があり、420kWhです。

実際の使用は請求書の前月になることに注意が必要です。請求月でグラフ化した場合、最も暑い8月よりも、涼しくなった9月の月次デマンドが大きいなどの変なグラフになります。

b) 電力使用量

領収書には、料金計算に必要な前月データのみが示されています。⑧欄は月次デマンドです。1年間の最大デマンドではないので料金計算には使用されません。⑨欄が検針期間中の全電力使用量です。最大デマンドは最近月の領収書でわかりますが、1年間の月別の電力使用量は、過去12か月分の領収書調査を行います。

ご使用期間: 20**/3/ 2 ~ 20**/4/ 1 (31日間)		⑦
最大需要電力	390 kW	⑧
全日電力量	105,852 kWh	⑨
有効電力量	84,600 kWh	⑩
無効電力量	15,120 kvarh	⑪

月間総使用量	105,852 kWh	

⑩欄の有効電力量は昼間(8時~22時まで)に使用された電力量です。⑨欄と⑩欄の差が夜間に使用された電力量です。日負荷線図を作成できない場合の、夜間(22時~8時)の設備使用状態を推測する手段となります。昼間だけの操業であれば、⑨欄の全日電力(検針期間の使用電力)の90%程度です。70%を下回るようであれば、電力契約を業務用(産業用)電力A型から夜間電力型(季時別)に変えると、電力料金を低減ができる場合があります。どのような契約にすれば電力料金が安くなるかは、電力会社営業に申し込むと試算してもらえます。しかしながら、一度契約変更すると、後1年間は再変更ができません。何らかの理由で、電力料金が高くなるにも関わらず、季時別契約となっている事業所もあります。

※ 割引用率

⑪欄は昼間の無効電力量です。⑩欄の有効電力量(昼間)と併せて、基本料金割引のための力率を算出します。力率測定に使用されるため、「力測無効電力量」及び「力測無効電力量」とも呼ばれます。

(力測)無効電力量は、力率補償コンデンサの容量が十分であれば、受電点ではほとんど発生しないため、一桁以下の数値がほとんどです。この例では、皮相電力量が 85.9kVA であり、力率は概 98%になります。

$$84.6 \div \sqrt{84.6 \times 84.6 + 15.12 \times 15.12} \approx 0.98 \quad \text{有効電力/皮相電力}$$

力率改善コンデンサ容量不足(入れ忘れ・内部不良)、または昼間等のデマンドピークが極めて大きい、ピーク時の無効電力が影響している等の原因が考えられます。電力料金低減のための着眼点と考えることができます。

c) 電力料金

基本料金	747,608.40円	①
電力量料金	1,276,575.12円	②
燃料費等調整額	25,404.48円	③
再エネ賦課金	315,438円	④

基本料金と従量料金をそれぞれの単価により計算された結果が①欄と②欄です。

① 欄の基本料金は最大電力 420kW、基本料金単価 2000 円とすれば、力率 100%では、
 $420\text{kW} \times 2000 \text{円/kW} \times 0.85(\text{力率割引}) = 714 \text{千円}$ です。

実際は、747 千円になっています。割引率 0.89、力率が 96%程度とされている推測されます。

$$420\text{kW} \times 2000 \text{円/kW} \times 0.89(\text{力率割引}) \approx 747 \text{千円} \quad \because 1.85 - 0.96 = 0.89$$

前述の力率計算結果の 0.98 と違う理由は不明です。計算方法としてお読みください。電力ピーク月のみでなく、毎月発生している場合は、力率改善コンデンサ増設等の設備改善の検討が必要です。電力料金には、燃料費変動分の調整費③と再エネ賦課金(太陽光発電設備等の発生電力を、販売費用より高く購入するための費用)④欄が加算されます。

3-3-(2) 使用実績 全日(kW)表

契約の種別によりますが、電力会社営業所に依頼すると、下図の、一ヶ月毎の時刻別 30 分デマンド記録表が入手できる場合があります。

省エネ研究社電気部門様 ご使用実績 全日(kW)															
お客様番号 0123456789															
契約種別 業務用電力A															
供給電圧 6kV															
契約電力 65kW															
日付	00:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30	04:00	04:30	05:00	05:30	06:00	06:30	06:30	
2021年3月1日	23	21	23	24	23	23	23	23	35	41	51	45	43	48	42
2021年3月2日	19	21	21	25	22	25	21	22	29	45	50	55	51	45	43
2021年3月3日	19	18	15	20	22	25	31	40	51	62	51	53	51	41	43
2021年3月4日	17	15	21	20	22	23	21	25	35	45	50	55	49	44	41
2021年3月5日	19	20	23	25	21	25	21	22	29	44	45	49	51	57	47
2021年3月6日	23	20	21	20	22	27	25	31	30	43	50	53	51	45	41
2021年3月7日	19	21	21	25	22	25	21	22	29	45	50	51	53	47	43
2021年3月8日	20	20	23	24	21	21	22	23	33	50	55	50	48	45	43
2021年3月9日	17	18	18	25	20	22	21	20	34	47	50	58	52	46	42

A3 用紙に一ヶ月分が日別に記入され、一日の最大デマンド(黄色)及び最小デマンド(青色)が分かりやすく着色されています。一日毎の電力デマンド変動(日負荷線図)が、表の下部に作図されている場合もあります。

3-4. 設備点検記録

3-4-(1) 受電設備月次点検記録

高圧以上の受電設備では、電気事業法に基づく月次点検が行われています。点検では、3 年保存が義務である点検簿が作成されます。保安上必要な点検と併せて、運用状態での各種指示値が記録されます。

取引用電力計で電力量及び最大電力、主要な高圧及び低圧のメータで部門別電力瞬時値を推測できます。保安管理が外部の管理技術者(法定有資格者)に委託されている場合は、2ヶ月又は1ヶ月に1回の点検が実施されます。最近はほとんど、低圧絶縁監視装置付きで漏電量が基準以内として2ヶ月に1回となっています。電気主任技術者が自社選任の事業所は、主任技術者の判断で、それ以上の頻度での点検も行われます。

月次点検は自主管理であるため、点検簿には各種の様式があります。外部委託の管理技術者による月次点検簿の例を下図に示します。節電を考えるために活用できる項目を着色しています。昼間電力量は力側有効(P1)として電力計で直読できますが、保安に不可欠ではないので、記録されている場合と、ない場合があります。下図の例では記録されていません。

点検記録表												
事業所名				検印				電気管理技術者				印
省エネ研究社 電気部門 様								保安 良男				
点検日	2021年2月29日 13時			天候	曇り			気温	5℃		湿度	45%
高圧受電盤						使用電力量						
	電圧(kV)		電流(A)	今回指示		前回指示		電力量(kWh)	平均使用電力量(kWh/日)			
R-T	6.65	R	8	13521.47		12776.53		44696.4	732.7			
S-T	6.6	S	7					最大電力(kW)	123.5			
T-R	6.6	T	7					昼間力率(%)	100			
用途	電灯 1 1φ 100kVA			動力 1 3φ 200kVA			動力 2 3φ 300kVA			動力 3 3φ 150kVA		
	定格 (A)	476		定格 (A)	550		定格 (A)	825		定格 (A) 197		
電圧 (V)	108	111	213	212	212	214	213	212	213	443	445	443
電流 (A)	180	30	170	20	20	20	250	220	220	45	55	35
利用率 (%)	36			4			31			28		
漏れ電流 (mA)	5.5			13			42			1.2		
温度 (℃)	37			35			45			41		
<p>注意点</p> <p>高圧電圧: 電圧計の指示値、電力会社運用により変動する</p> <p>高圧電流: 電流計の指示値、力率改善用コンデンサの進み電流との合成である、負荷に直接的には比例しない</p> <p>低圧変圧器は1台毎に区分されている。</p> <p>1φは単相電灯用(三線式では100V-100V-200V)、3φは三相動力用(200V又は400V)</p> <p>定格(A)は変圧器容量による計算値</p> <p>低圧電圧: 電圧計の指示値、単相はR-N、T-N、R-T相(高圧側がR-T接続の場合)</p> <p>低圧電流: 電流計の指示値、単相はR相、N(中性)相、T相、理論的にはR相とT相の差がN相</p> <p>利用率: 電流指示(最大)値/定格電流の計算値、項目としては無い場合がある、変圧器定格を超えないことの確認</p> <p>漏れ電流: 変圧器B接地線を通る微小電流測定値、変圧器単位での漏電状態の指標とされている</p> <p>温度: 変圧器筐体側面の測定値、負荷が大きいと温度も大きい</p>												

使用電力量の値には、「検針日」と「点検日」の場合があり、測定間隔を明記している様式もあります。「点検日」では、前回の点検日から今回の点検日間の電力使用量です。「検針日」間隔では、電力料金請求書の月電力量と異なることに注意が必要です。電力量を平均使用電力量で除して概 30 又はその倍数になれば「検針日」間隔であり、点検間隔が 1 回/1ヶ月であれば請求書の月電力、1 回/2ヶ月であれば 2ヶ月分になります。

最大電力と使用電力量は必ず記録されています。比率で電力使用パターンの推定ができます。例では 732/123≒6 です。夜間操業が無いとすれば、極度に大きなピークは無いと考えられます。1 日当たりの平均使用電力量は、ほとんどの点検簿で(習慣的に?) 記入されています。

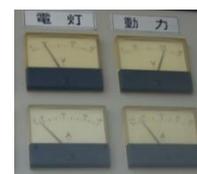
作成された点検簿は、受電設備所有者の担当者へ提出されます。次項に説明する保全点検記録同様に、検印欄への担当者捺印後、ファイルに綴じこまれ、そのままになっている場合がほとんどです。管理・

節電のため活用体制を作ることが必要です。月次点検報告が電子化されている場合は、EMS記録同様に、どのパソコンで、どのようにすれば閲覧可能か？があいまいな事業所もあります。

※ 記録作成に使用されている現場高圧受電盤のメータの例を示します。上段左が電圧、上段右が電流、下段左が受電電力、下段右が力率です。校正されることはほとんど無く、誤差が大きいまま使用されています。表示値は参考値としての管理が安心です。電流値には高圧コンデンサの電流が含まれます。力率表示は進みとなっている場合がほとんどです。最近ではデジタルでの交互表示も多くなっています。



低圧盤上部の変圧器低圧側のメータの例です。変圧器の負荷を算出する(一般的に力率は想定)と、少なくとも、電灯用電力と動力用電力の分担が分かります。指示の精度は高圧用よりも高いようです。電灯又は動力変圧器が複数ある場合、次項の単線結線図と比較すると、部門別等の電力が推測できます。記録表の変圧器容量の変化を見ると、更新時期が分かります



記録されている値は、点検時の瞬時値であり、省エネ対策を行う判断材料とする場合には、測定時刻への注意が必要です。1年分程度の点検簿を総合して判断します。

3-4-(2) 保全点検記録

設備保全部門がある事業所では、受電設備の月次点検以上の頻度(一日数度)で、設備の巡視点検が行われ、点検記録が作成されます。習慣的な記録であっても、節電検討(チューニング)に活用できる記録があります。電気関係では高圧部の電圧・電流、変圧器低圧側(配電盤)の電圧・電流、主要な低圧負荷設備の現場操作盤の電流等です。機械関係では室内外温度、各種ポンプ・ブロー用電動機の電流、ポンプ・ファンの吐出圧・吸込み圧、大型チラーの冷却水及び冷水の出入り温度、ボイラの蒸気圧力・ヘッド温度等です。図はポンプ現場操作盤の電流計と、ポンプの吸込・吐出圧力計の例です。



機器異常は設備の運用効率を低下させます。電流の増加、吐出圧力の低下等で判断ができます。記録値と、後述する取扱説明書のポンプ特性図との比較検討で、節電のための運転状態の把握ができます。

※電流計・圧力計等には、常用値と定格値(連続使用ができる最大)にマークを付けておくと、巡視点検時に設備異常が分かりやすくなります。ビニールテープを三角形に切ったものを張り付けても、簡単にマークをつけることができます。図は常用(平常運用)値の範囲を緑テープで表示したものです。定格値を赤テープ等で表示すると、機器運用を含めて、さらに分かりやすくなります。



記録の様式は、それぞれの事業所で異なります。点検記録は前項の月次点検簿と同様に保全部門に保管されるにとどまっている場合がほとんどです。節電を検討する有益な資料として共有化することで、エネルギー使用を直接管理している保全現場を、全員参加としての省エネ活動に巻き込むことに役立ちます。「これは重要な管理項目なのに、なぜ無い？」等の気付きで、記録内容の確認、より必要な項目の追加ができる場合もあります。

3-5. 図面・図書

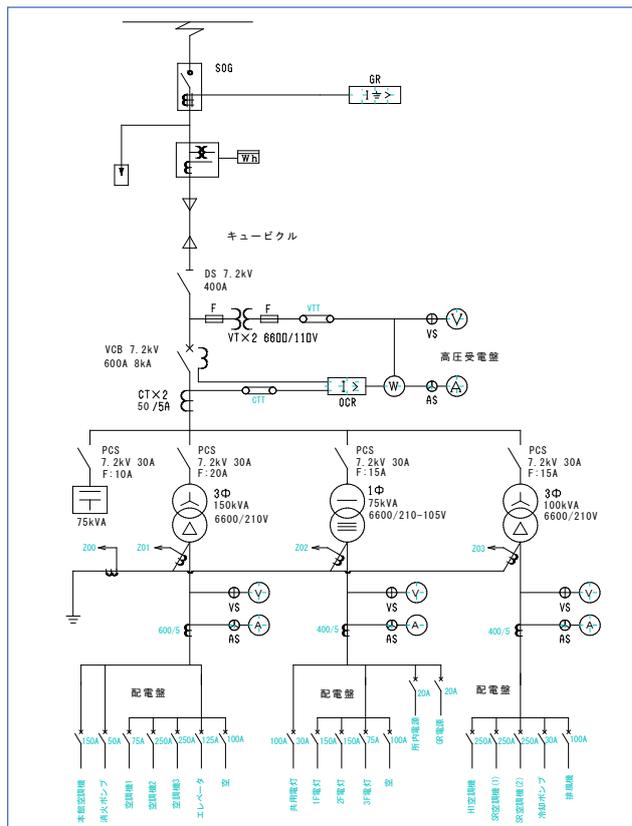
3-5-(1) 電気単線結線図

高圧受電、変電、低圧電気設備への配電の全体接続を単線で示した図面です。建設図書に建設時、年次点検記録等に現在の図面があります。例を右図に示します。

電力は電気配線を通じて機器に流れます。結線図は設備の配線状況のみでなく、電力使用のフローと、節電のための電流(電力)測定位置を検討する資料になります。結線図は「電力フローの見える化」と言えます。

変圧器の二次側には、現場分電盤等への分岐となる配電盤があります。変圧器二次母線に接続された配電ブレーカにより、現場分電盤等(一部は機器直結)に配電されています。1台の配電ブレーカに複数の分電盤が接続されている場合には、分電盤までを1枚の図面にまとめておくと、増設工事での電源引出工事、ブレーカ動作の原因検討等にも役立ちます。一般的には別図となっている分電盤結線図まで含めておくと更に有効です。

配電盤から、又は配電盤を経由せずに(変圧器低圧側端子直結で)、全く予想されていない設備への電源が引き出されている(極端な場合は隣接他社へ電力が供給されている)場合もあります。設備変更後には、速やかに現場状態と比較確認し、修正しておくべきものです。



※ 結線図のシンボルマークには旧 JIS と新 JIS があります。図は旧 JIS に準拠していますが、電力管理の面からはどちらでも良いと考えています。

同様の図面に、機器のインターロック(運用安全回路)、内臓タイマ・温度スイッチ等による動作順序を説明する制御接続図(シーケンス)があります。簡単な設備では、単線結線図の付属として添付されている場合があります。給排水ポンプの自動起動、冷凍機デフロスタ、夜間照明の点灯等の起動条件を調査・調整することで、デマンドピークの抑制等ができる場合があります。

分電盤行きの電流は、受電設備の配電盤(専用の大電流遮断)ブレーカ二次側のケーブルをクランプメータ(又は連続測定用 CT)で測定します。図はブレーカ二次に取り付けられた EMS 用 CT です。三相電力を測定するために、それぞれ 2 相に取り付けられています。電圧を母線などで測定することで電力に換算されます。測定はブレーカ二次側で行います。



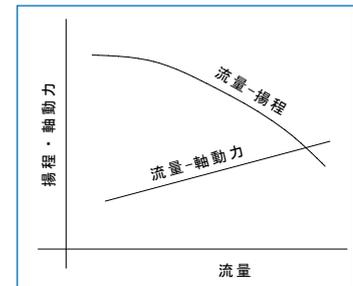
受電設備には、触れると瞬時に感電する高圧部が、低圧部と区画されずに敷設されています。測定時には感電防止に注意が必要です。配電盤での短絡は変圧時二次直下短絡と呼ばれる高圧短絡に類する、噴破を伴う重大事故になります。測定は電気技術員との安全打合せをして実施します。

3-5-(2) 取扱説明書

建設引き渡し時に、設備機器の運用説明書が取りまとめられて製本され、工事会社から提出されています。使用機器の外形図、電動機・ヒータ等の電気容量・配線方式、エアシリンダの動作必要空気圧力・消費流量、チラーの冷却水の出入り口温度の定格値等が説明されています。節電のための、設備運用チューニング、インバータ化等の重要な資料になります。使用中に、設計値と異なる状態での運用になっている場合があります。設計値と異なる状態となっている理由、又は、実際の設備運用状態に合わせることはできないかを考えることで節電手段が出てきます。

ポンプ、送風機等では右図のような、流量と揚程・電動機出力の特性が示された試験成績書が付いています。保全点検記録の出口圧力から流量（又は流量から圧力）、電動機電力で全揚程等の運用状態を推測することができます。配管・ダクトなどの出口側抵抗特性曲線の記入があれば、インバータによる回転数制御で電力を削減するための資料となります。配管閉塞、インペラ劣化等の設備の劣化状態の判断もできます。

再提出されることは無いので、いつでも見れる状態で、紛失しないように保管しておく必要があります。



3-5-(3) 機器台帳

事業所で使用されている機器の名称、型式、製造年、電気容量、台数等を記入している台帳です。建設図書に設備の初期状態があります。設備本体に張り付けられている名板は劣化し、読み取りが困難になる場合が多数あります。運用開始後の停止、追加設備を含めて、一覧表として、記録しておきます。種別と数量のみであれば、固定資産台帳が兼用できる場合があります。

エネルギー消費量の大きな機器、使用目的があいまいな機器を洗い出す等で、省エネ対象を選択することができます。20%の設備が80%の電力を消費しているとの考え（パレートの法則）ができます。主要機器は、1台別に保全記録（実施年月・内容）まで書き込まれた台帳としておくと、効率維持のための保全計画、更新検討等に役立ちます。良好な保全で設備を安定して運用することは、節電の重要な要素です。慣習的に使用されている機器があれば停止できないかを考えます。

4. 体制および管理項目 [top](#)

節電を行うためには、省エネ機器、EMS等の設備の採用のみではなく、事業所全体としての持続可能な節電（省エネ）を行う体制をつくることと、実行可能な管理項目の設定が重要な要素となります。

4-1 管理組織（省エネ委員会等）

・対象者

従業者の全員参加が原則です。パート従業員であっても、作業時には照明、空調、給水等の電気エネルギー使用設備を利用しているので、節電（省エネ）関係者であると考えます。社員同様に次項の管理項目に対応することで、事業所全体としての電活動ができ、より大きな効果が得られます。

・組織

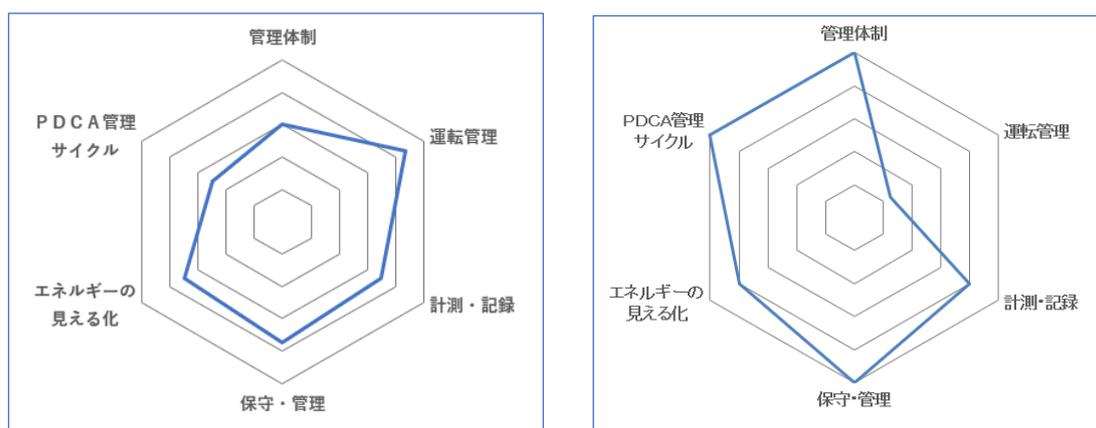
節電推進のためには、省エネルギー推進委員会（省エネ委員会）の開催が理想的です。事業所の経営上の権限を持つ人を責任者（名目的であっても）とします。各部門長から選任された、部門毎の省エネ担当者が委員として参加することで、事業所全体としての活動となります。実務展開は省エネ担当者（省エネ委員会事務局等）で行いますが、中・長期目標等の基本方針の決定は委員会等の責任者の関与によるものとします。

会合は毎月1回程度の定期的に実施します。小規模の事業所では、安全推進会議等の後に、節電(省エネ)をテーマとして実施する方法もあります。どのような形態であっても、記録が必要です。個人の記憶・努力での節電には限りがあります。

4-2 原状の評価、改善方法の検討

4-2-(1) 評価区分

現状の設備運用を節電(省エネ)の観点から、管理体制・運転管理等の区別に、相対的な5点満点で評点して、レーダチャートを作成します。自所での判断による作成と、外部診断機関の診断員等を含めての作成を比較すると、気付かなかったことが分かることがあります。項目の例を次節で説明します。診断機関により若干異なります。



二つの例を示します。各項目の評点は相対的なものです。全体の形を見ることで、現状を把握し、今後の節電を進めるために、どのような点に留意すれば良いかの改善点を考えます。

左図は、備保全部門を含めて引継ぎを受けた事業所です。前事業者からの良好な保全を継続しているために、保守管理と運転管理は良好です。計測・記録とエネルギーの見える化は前事業所から継続して実施されていますが、現状の運用状態とのずれが生じているため、評価が低くなっています。引き継がれている運用組織と管理組織のずれも発生しており、管理体制とPDCA管理サイクルが低くなっています。節電に対する意識が高まり、現状に合った管理組織とすることで改善され、節電が進むと考えられる例です。

右図は、新設事業所です。経営者による節電への意識が高く、各部門に省エネ担当者が指名されるなど、管理体制は充分です。設備運用が外注であるためか、現場での対応時間が無い・教育の不足などで運転管理が不足しています。計測・記録、エネルギーの見える化は現状の把握ができていないと考えられます。

4-2-(2) 評価例

私が実施した省エネ診断で、診断先での再確認を行った時の管理区分と、判断基準を列記します。判断基準は1項目1点満点で、計5点です。評価は○△×で、意識されていなかった良い点を探すという考えで、それほど深刻に考えずに見直して評価します。「これは実施しているので○」という点が見つかる、「次はこの項目も」と進めることができます。

(以下、同じような項目が続きます。必要部だけをお読みください)

① 管理体制

・管理組織の有無: 前項の省エネ委員会があれば○、「総務課で所掌する」等で担当部署が決まっていれば△、機能しているかの検証は行いません。

- ・トップの意思表示:省エネ委員会がある、又は省エネ目標が自社のポスター等として掲示されていれば○、業界団体の「省エネ」ポスター等の何らかの掲示があれば△です。
- ・関連部署の連携:節電に各部署からの参加があれば○です。個人的に節電しようということではなければ△以上です。個人努力は行き止まります。
- ・活動記録:他の会議の付帯議事となっていて記録が無い場合もあります。日付、内容と概要が分かる議事録があれば○、何かを実施した記録があれば△です。記録は必要です。
- ・人材育成:従業員のエネルギー関連資格取得、省エネルギーセンター「エネルギー管理員講習」等の各種講習会への参加で○、自社でのOJTは△以上です。

② 運転管理

- ・運転基準書(操作マニュアル):操作者がいつでも見ることができる操作方法についての基準書があれば、節電をうたっていない場合であっても、○です。基準書があれば、定期的な見直しによる訂正で、速やかな改善対応が可能です。いつ、何を、どうするかが、明確でない場合は△になります。具体的な使用方法(スイッチの入り切り)、運転状態の確認・調整方法、操作時間を明確にします。口頭申し送りなど運用され、基準書が無い場合は、適正な運用であっても×です。
- ・運転管理者:誰かが操作するのではなく、担当者が正・副等で決まっていれば○、一般的な部門などの職名では△となる場合もあります。
- ・最大電力管理:省エネ担当部門で把握されていれば○、現場の日報のみであれば△です。
- ・基準の見直し:設備又は工程の大きな変更で運転基準書が見直されていれば○、周知されていない基準書への書込み等の現場変更では△になります。

③ 計測・記録

- ・エネルギー使用量:電力料金請求書、設備点検簿、EMS記録等の帳票が省エネ担当部門で集計されていれば○、チェックできる体制であれば△です。空調・照明用電力合理化に為には、室内温度・湿度・照度等の測定を行うことも必要です。
- ・設備稼働時間:主要設備別の時間集計が最良ですが、起動停止時刻を運転日報等として記録してあれば○です。現場ノート等であっても、記録が残っていれば△です。省エネ部門との共有を目指します。
- ・個別エネルギー量:EMS等で主要設備別のエネルギーが集計されていれば○です。運転日誌、月次点検記録等が保管され、設備別、部門別の電流が記録されていれば、電力の判断ができるので△です。
- ・設備運転状況データ:所在が明らかな運転日誌等で、温度・圧力・電流等の計測結果が記録されていれば○です。記録されてはいても、探し出さなければならない場合は△、測定されていない場合は×です。
- ・精度管理:測定機器の校正を行っていれば○ですが、EMS使用機器、受電盤、照度計など、自主管理を含めて実施されていない場合がほとんどです。最近の測定器は経年による誤差が少ないので、標準誤差が分かっている場合は△とする場合もあります。

④ 保守・管理

- ・保守点検基準:機器台帳等で運用期間又は機器運転状況監視による判断での保守点検内容が定められていれば○です。特定の現場管理者等の判断による場合でも、判断理由の記録が残っていれば△です。
- ・保守点検記録:点検整備日、理由、結果が分かる記録があれば○です。前節の機器台帳に追記すれば設備管理台帳となります。いずれかの内容が分かれば△です。

・図面整備:系統図、配線図、特性図、機器特性図等の設備運用開始時点の図面等は竣工図書に綴じこまれています。竣工図書があれば○です。一部不足、大規模改修後の図面が無ければ△です。電気系統は年次点検報告書に添付されている場合があります。

・補修・更新計画:保守点検基準に実施周期がある等で○です。現場での慣例による場合は、判断基準があれば△です。

⑤ エネルギーの見える化

・グラフ化:2-1 節①、②、③に説明する各種の電力使用量グラフが作成されていれば○、一部不足していれば△です。

・過去データとの比較:前年度以前の過去データが現在と比較できる状態でまとめられていれば○、生データのままであれば△です。

・共有:電力データが次項の原単位と併せて省エネ委員会などで公表され、現場まで持ち帰られていれば○、掲示板等で何らかの形で公開されていれば△です。節電意識を共有する現場からは、省エネ管理部門では思いもつかない節電方法が提案されることがあります。事業所には必須である、安全掲示板の片隅でも可能であると考えています。

・原単位管理:1-2 節の原単位が算出されていれば○です。ただし、分母とする数値と電力の関連性が不足すると考えられる場合は△になります。

・データ解析:グラフ化されてデータ、原単位の変動の原因が省エネ委員会などで検討されていれば○、担当者だけの検討であれば△です。

⑥ PDCA 管理サイクル

・目標設定:数値目標(電力量・原単位 1%削減等)が定められ、従業者に周知されていれば○です。自所決定ではなく、業界から配布されたポスター等が掲示されている場合も△です。

・目標見直し:目標が現状にあっているかの検討が行われている場合は○です。一般的な目標であっても定期的に周知されている場合は△です。

・設備改善:目標見直しに合わせて改善が行われていれば○です。見直しが不完全で、定期的等に行われている場合でも、改善による節電効果はあるので△です。

・改善効果の把握:改善効果が把握され、次の改善へ役立っていれば○です。改善提案制度がある場合には、節電(省エネ)のための設備改善・作業方法改良を表彰できれば、モラルアップにつながります。同じく○です。

5. 節電のための着眼点

[top](#)

電力は様々な設備で使用され、設備を運用する事業所の運用形態も様々です。節電には、多種多様な設備に対して、驚くほど多種多様な着眼点と手法があります。同じ設備であっても、それぞれの事業所の状況等によって省エネのための適用方法は異なります。私の省エネ診断経験の中で、リストアップし、検討・推奨した項目例の概要を列記します。

具体的に実施するためには、現場に適した詳細調査での検討が必要です。省エネ相談等を行っている各種の診断機関へのご相談をお勧めします。

5-1 照明

5-1-(1) 不要部等の消灯・照度調整

業務に必要な以上の照度を削減すると同時に、安全な照度を確保することが目標です。照度計による定期的な測定での数値管理を、JIS 照度基準(Z9110)等を参考に行います。

① 不必要時間帯の消灯

事務室・工場の昼休時間、不使用時の来客対応エリア、倉庫の作業を行っていない時間等の消灯を行います。現状設備での既設スイッチによる部分消灯ができれば、設備投資無しでの節電ができます。照明節電の第一歩です。

水銀灯等が使用されていて、再点灯の後が暗く(照度が戻るまでに時間がかかり)、安全のために消灯できない場合は、LED 等の即時に全照度になる高効率照明設備への更新を考えます。トイレ、通行の少ない通路等は無人時には保安灯のみの点灯とし、使用時には人感センサによる自動点灯装置を使用して、通常照明を点灯します。人感センサの子機を活用すると、真上ではない遠方の照明を点灯することができます。エレベータを降りると、ホールは明るいですが、目の前の通路が薄暗い等の不安感を無くすことも考えます。

② 灯数削減

事務室・倉庫・通路等の運用状態を調査し、業務に支障がない部分の照明を、安全上許容できる範囲(作業又は通行に支障がない等)で消灯します。既存スイッチの活用、間引き、個別スイッチ取り付けの方法があります。

図は全ての天井灯が点灯されている倉庫の例です。整理整頓して安全通路を確保する、商品タグを大きく見やすいものにして照度が下がっても読み取れるようにする等で天井灯を部分消灯できる場合があります。一部が作業場としても使用される場合は、次項のタスクアンビエント照明の採用が有効です。



広い工場での、倉庫として使用されている部分など、現状の使用に合わせて考えます。使用頻度の少ない通路部では人感センサにより、通行者を検出しての点灯を行うことができます。

③ タスクアンビエント照明

記帳、精密作業を要する場所等では、作業面での必要な照度を得るための手元(スポット)照明を追加します。スタンド型照明器具の増設、天井灯の一部の引き下げ等で実施します。天井灯等の全体照明を削減することが可能になります。全体照明と手元照明部の照度差による、手元の「まぶしさ(グレア)」を感じないための明るさ調整が必要です。

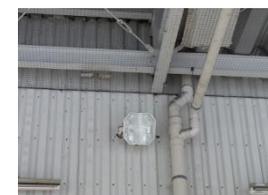
④ 外光の利用

室内の窓際・天窗周り、屋外下屋等で、晴天時に外光が入る部分の昼間の消灯を行います。対象範囲の特定には、照度測定を行うと客観的な根拠となります。照明回路の分割、自動点灯設備の増設などの設備改修が必要な場合があります。



⑤ 屋外照明

屋外照明(構内照明、看板灯等)で、保安上問題を生じない範囲での深夜の消灯を行います。自動点灯設備では日照時間に合わせた点灯・消灯を行うために、点灯方向を考えてのフォトスイッチの向き調整、タイムスイッチ設定の再確認を行い



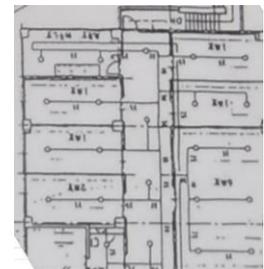
ます。タイマ設定は季節ごとの日没時刻に合わせて、年に数度の切替えを行います。

5-1-(2) 回路分割

部分消灯可能部を切り分けるための、照明配線の調査と改造を行います。

① 図面での回路調査

照明配線は、建設図の電灯配線図により調査することができます。建設図書等に綴じこまれており、配線と灯具の配置が記入されています。灯具の種別・数量を調べると、次項の照明器具の LED 更新で節電効果算出の資料になります。配線を調べ、分割して点灯するための回路の切り分け、スイッチ取り付けの方法の検討を行います(工事は電気工事士によります)。



増設又は改造部がある場合は、変更図面が残っていることはほとんどないので、照明の点滅(スイッチ操作により消えるところを確認する)、配線を追っての調査(目視、コンセントは回路探査器の使用など)になります。夜間などに通路としての使用するため、他の部分の消灯ができない場合は、回路切り分けを行います。

② 回路切り分け及びスイッチ増設

事務室、ホール等の照明回路の切り分けを行います。建設時には、どのように使用されるかが具体的でないことが多く、全体を均一な照度とすることを想定して、全体一括、又は2~3分割して点灯・消灯するようになっています。現状の使用状況と照度を調査して、最適の照度となるように照明回路の切り分けを行い、スイッチを、見やすい場所に取り付けます。配線が全体一括のために、外光に関係なく、天井灯が常時全数点灯されている廊下の例です。照明電源回路を千鳥配列(1台間隔点灯)等に切り分けることで、部分消灯することができます。屋外出口などは晴天時に外光を考えた点灯・消灯ができるよう個別のスイッチを増設します。



③ 灯具個別スイッチ

天井灯器具本体にプルスイッチを追加します。事務室の窓際、コピー機上部などの、通常人がいない部分の天井灯に取り付け、全体スイッチが入りの状態でも選択して消灯できるようにします。入り切り頻度が多い場合は、器具本体を LED 照明に更新すれば安全です。倉庫通路で搬送車が通る場合等は、引き紐を高くする等の対策を行います。蛍光管2灯式灯具での1灯間引きは、通電された安定器が残るので、節電効果が出ない場合があります。

5-1-(3) LED 化更新(高効率化)

既設の蛍光管照明等を、本質的に高効率で省エネであるLED照明に更新します。灯具全体での更新が一般的です。かつては、直管 FL 型では管のみの更新(型式により安定器は継続使用)が行われていましたが、重量増加・残存する灯具の劣化等のために、現在では電源を含む灯具一式がほとんどです。効果を下記に記述します。

① LED の特徴

・消費電力が少ない

既設照明器具に対して、本質的に高効率であるため、差分の電力が点灯時間に比例して節電となります。年間節電効果は

(現在設備の消費電力－LED 灯消費電力)×灯数×年間点灯時間 となります。

現在の設置灯数は、機器台帳による調査又は現場での目視調査を行います。年間点灯時間の大きい照明で大きな効果が得られます。誘導灯のように、法規により 24 時間連続点灯の場合は、器具 1 台当たりの消費電力が少なくとも、更新の効果が大きくなります。Hf 管使用灯具等の効率が低い場合、通常使用されない場所で点灯時間が短い場合は更新費用に見合うかの検討も必要です。



・即応性が良い(こまめな消灯ができる)

スイッチ入りで、即時に全光束(通常の明るさ)になります。天井灯に水銀灯が使用され、消灯しておく和使用時にスイッチを入れてもしばらくは薄暗いために、安全のために不要時でも消灯困難であった場所等の消灯ができるようになります。LED 化と合わせて、消灯励行により年間点灯時間を短くすることが、電力量削減のために忘れてはいけない事項となります。

・長寿命・高頻度点滅(保守費用が低減する)

灯具全体としての寿命が長いため、交換が少なくなります。天井灯で高所作業車が必要な場合には、保全費が減少し、キャットウォーク等の高所作業での工具落下等の作業時の事故リスクも減少します。

点滅回数増加による寿命の短縮が無いので、不要時消灯による節電効果も得やすくなります。常時に人がいる場所でない廊下・トイレでは人感センサとの組合せによる自動消灯で効果が大きくなります。子機のあるセンサを使用して直下のみでなく、エレベータを降りた時点で通るであろう廊下の天井灯等を点灯するなどを行うと安心上の効果もあります。

・発熱が少ない(冷房電力が低減する)

灯具全体としての発熱量が少ないため、夏季の冷房空調電力が少なくなります。冷蔵庫・冷凍庫の庫内照明にも適します。節電効果に空調電力低減分もふくめることができます。

・発生する光の特性

紫外線が少ないため虫が寄ってきません。食品関係設備に適します。発生する光の指向性が強い(均一に明るくならない、影ができる)、見かけの色合いが異なるなどの蛍光管とは異なる特性があります。色相判定が必要となる作業、ショーウィンドー用ダウンライト、食堂等での色調への注意が必要です。

② 取扱

点灯電源用の内臓インバータによる高調波が電灯回路にも生じます。配電線のキャパシタンスによる漏電電流成分が増加し、LED 更新後に、電源 ELB が不要動作する場合があります。かつて行われていた、安定器を残しての蛍光管のみ取替の場合は、安定器の劣化による過熱故障があり、灯具一体型への変更が安全です。

漏電電流灯具の重量が大きくなるため、取り付け部(吊り下げ型灯具での引掛けシーリング等)の強度確認が必要です。電源部に局所的な高温部があるため、建物の埋め込みのダウンライト等では、取り付け部の過熱が無いように注意が必要です。配光特性が狭い場合は、部屋の隅に光が届かないことが無いようにも注意します。

5-2 空調

5-2-(1) 設定温度緩和

[top](#)

冷暖房の設定温度を1℃緩和すると、空調電力は10%の節電になるとされています。室温測定を適正化し、湿度等を含む体感温度を考慮することで、周辺環境を考えた温度緩和を行います。

a) 室内の温度測定

冷暖房する場所での室温を、使用状態を考えて測定・記録します(なるべく複数点)。空調機コントローラの测温部は空気吸い込み口などにあります。コントローラによる設定では、空調が必要な場所の温度が適切ではない(冷えない・冷え過ぎ等)場合があります。必要とされる場所で納得のできる設定値とします。次項のPMV指数の考え方を使用することも有効です。

b) PMV 温冷感指標(湿度・気流の影響)

・体感温度

事務室等での、人間(作業員)の快適性のために空調が使用されている場合の空調温度の考え方です。温度と併せて、湿度、気流、作業員が着用している被服等を条件とする、体感温度の快適性を示す「PMV 温冷感指標」を使用します。指標の数値を参考にして、空調温度の緩和を行います。室内空調温度を緩和するための説明資料となります。計算は数値を代入すれば結果数値が表示される、各種ホームページ(PMV 計算で検索)を利用できます。

※ 指標は外国で開発されたもので、日本には向かないという評価もあります。同様の熱中症予防の指標としては、屋外スポーツ等の適合性を考えた、暑さ指数(WGBT)があります。作業場としてはPMVが適していると考えられます。

・湿度調整効果の試算例

湿度の体感温度への影響を、前項のPMV指数を使用した計算例を示します。冬季のコートを着ていない待合室で、室温21℃でも寒いとの条件で、数値による確認例を示します。

計算条件は、ジャケットを着ている(col=1)、着席している(met=1)、気流は0.1m/sとして、相対湿度を変動させています。 $-0.5 < \text{PMV 指数} < 0.5$ であれば快適、PMV 値 < 0.5 は寒さを感じるとなっています。

21℃、湿度30%(冬季の調湿しない暖房)ではPMV=-0.53で寒さを感じる範囲

であることが分かります。同じ温度で相対湿度を40%まで上げると、-0.47で快適領域に入ります。21℃-50%では-0.40で、ほぼ22℃-30%と同じです。21℃でも、加湿で、22℃と同じ体感温度になることが分かります。

湿度調整により、体感温度の快適性を維持することで、温度設定の緩和(節電)を行います。加湿は市販のポータブル加湿器の追加でも可能です。

・気流調整

扇風機等により弱い気流を作ります。適度の気流があることで、冷房・暖房時共に、室内温度のバラツキが少なくなります。前項のPMV値も快適側になります。

気温℃	相対湿度				
	30%	35%	40%	45%	50%
22.0	-0.41	-0.38	-0.34	-0.31	-0.27
21.8	-0.44	-0.40	-0.37	-0.33	-0.30
21.6	-0.46	-0.43	-0.39	-0.36	-0.32
21.4	-0.49	-0.45	-0.42	-0.38	-0.35
21.2	-0.51	-0.48	-0.44	-0.41	-0.38
21.0	-0.53	-0.50	-0.47	-0.44	-0.40
20.8	-0.56	-0.53	-0.49	-0.46	-0.43
20.6	-0.56	-0.55	-0.52	-0.49	-0.46

5-2-(2) 空調機効率維持改善

空調機の効率低下の防止、又は効率向上により節電を図ります。冷蔵冷凍専用品では、空調は室外機がコンデンシングユニット、室内機がクーリングユニットと呼ばれています。冷暖房用の空調機と同様の対応ができます。

a) 室内機清掃

冷房期及び暖房期の前に吹き出し口の清掃を行います。図は冷房時の、内部フィルタが目詰まりしている天井吹き出し部の熱画像です。冷気の吹き出しによる青色部が途中までしかなく、不良であることが分かります。清掃することで、冷気が均等に室内に行きわたり、不要な動力が削減されます。内部の冷却フィンまで清掃すると、更に効果的です。暖房時についても同様です。



冷蔵冷凍設備の室内機にあたるクーリングユニットでは、着氷による吹き出し不良が生じます。適切な間隔での霜取り(デフロスト)運用を行います。デフロストタイマは制御盤内にあり、初期設定では13時~14時の設定がよく認められます。動作時刻を最大デマンド時刻でないとすると、電力デマンド対策となります。冬季などは、デフロスト回数を削減(4回/日→3回/日等)できれば、電力量削減の効果もあります。

b) 室外機清掃等

エアコン(ヒートポンプ型)は、電気エネルギーをそのまま熱変換して使用するのではなく、室外機で大気との熱交換を利用します。ファンにより外気を熱交換器フィンへ強制通風させることで、電力入力 $3\sim 4$ 倍(COP)の熱負荷での冷暖房を行います。室外機から、夏季には外気より熱く、冬季には外気より冷たい風が吹き出していることで体感できます。

・ フィン清掃

効率を維持するためには、室外機熱交換器フィンの清掃を行います。清掃頻度は数年に1回程度です。汚損しているフィンを清掃することで、 $5\sim 10\%$ の電力が削減できます。

図はフィンがほとんど目詰まりしている室外機です。国道横等での大気中の粉塵が多い場所、雨による洗浄効果が得られない場所では汚損が早い傾向があります。目視確認が出来ますが、見慣れると、汚損していると気付かなくなります。新しい室外機と比較すると分かりやすくなります。清掃は市販の高圧洗浄機でも実施できます。フィンが曲がらないように注意します。



・ 室外機通風

大気との良好な熱交換を行うためには、室外周りの通風が良好であることが必要です。室外機が雑草で覆われると通風が悪くなり、効率は低下します。特に夏場は定期的な周辺除草で効率の維持ができます。ツタが冷却ファンにからみついていることもあります。



建物等で、デザインなどのために、外壁・廊下などの窪み(アルコープ)内へ設置される場合があります。室外機は屋外の通風が良い所への設置が効率運用のための原則ですが、最低でも壁等とはメーカー推奨の間隔を取ることに注意が必要です。ドレン排水が不良であると、乾燥ができず、室外機が濡れたままとなるため、漏電発生の原因となり、電氣的・機械的な寿命

劣化にもなります。設計時に考慮すべきものですが、更新時等に備えて、室外機設置状態の現状も把握しておくべきです。

c) 室外機冷却

室外機フィンに散水し、気化熱で冷却することで冷房効率が上がります。図はタイマ動作の固定散水装置です。毎日散水すると、フィンに珪素分が白く固着し、清掃には薬品による洗浄が必要となります。次節の屋上散水と同様に。デマンド対策としての、短時間の水かけが安全で効果的です。室外機周辺に散水すると、気化熱による室外機周囲の温度が下がることでの効果が期待できます。室外機は全天候型(水濡れ可)に制作されています。



建屋西側の室外機では、日覆いにより日射を遮ると、室外機温度が下がることで、冷房時の効率が上がります。寒冷紗等の柔らかい覆いを使用する場合は、本体ファンに吸い込まれないように注意が必要です。台風等の強風時には取り外しを行うことを考えて設置します。冷蔵冷凍設備の室外機であるコンデンシングユニットも、同様の方法で節電を行うことができます。

d) チラー管理

・冷水温度

セントラル空調方式等で、冷房に水冷式チラーが使用される設備は、天井内等に設置された冷水を通したファンコイルに、付属ファンにより通風することで冷気を発生させます。一般的な冷水温度である7℃を9℃に変更すると、3%程度の節電効果があるとされています。

チラー能力が不足すると、チラー出口の冷水温度が10℃を超えるようになります。チラー容量の検討が必要です。冷水配管の保温を整備して、ファンコイル行きと戻りの配管での水温上昇が生じないように保温します。保温不良の場合は、冷水配管外面が結露し、天井裏などで水濡れが生じる場合があります。

・クーリングタワー

チラーでの、パッケージエアコンの室外機の機能は、屋上等に設置された空冷式のクーリングタワーが行います。表面積の大きい充填物に循環水を落下させて、表面で蒸発させることによる気化熱で、内部の水管を流れるチラー用冷却水を冷却します。充填物が汚損・閉塞すると蒸発面積が不足し、冷却不良になります。化洗等の定期的な清掃補修を行い、チラー冷却用水の温度を維持する(例えば入口37℃・出口32℃程度)ことで、チラー効率が維持できます。冷却のための蒸発が必須であるため、蒸発分の補給水を供給します。補給水は、通風による飛散分の補給のためにも必要です。



クーリングタワーの上部には、下側より大気を吸込んで、冷却水の落下と逆方向に強制通風させ、蒸発(冷却)を良くするためのファンが設置されています。ファンの通風容量は、夏季を想定した設定になっています。中間期等は入口温度と外気温度が低いため、風量を少なくしても、十分な冷却が得られる場合があります。インバータによりファン回転数を少なくする(又は冬季には停止する)ことで節電ができます。回転数を下げると、通風による水滴の飛散分が減少し、補給水量も減少します。



チラー循環の冷却水ポンプもインバータ化できる場合があります。入口(戻り)水温と出口水温の設備点検記録で判断します。

e) 全体更新

高効率型への更新を行います。旧式で冷媒に R-22 冷媒を使用している型は、補給用冷媒の入手が難しく、環境保護からも更新が必要です。室外機の設置環境へ留意して行います。

5-1-(3) 建物入出熱削減

外気との温度差及び日射による建物入出熱量を削減することで空調電力を節電します。

a) 窓のブラインド、カーテン

夏季に入熱(主として日射)を削減し、冬季には出熱(放射)を削減し、空調電力を節電できます。窓ガラスにフィルムを貼っても同様の効果が得られますが、冬季の除去ができないことに注意が必要です。スレート等で高天井の倉庫では、天井下に内張を行うことでも入熱の減少ができます。外壁のつる性植生によるグリーンカーテン、屋上緑化設備は維持に手がかかりますが、環境美化としても有効です。

b) 断熱塗装

断熱塗装を行うと、建物内への入出熱が削減されます。屋上等の立ち入りが無い部分では、塗装面の強度を考えなくともよいので、各種の断熱性の高い塗料が使用できます。現状の塗装が劣化している場合には、保全塗装を兼ねることができます。窓ガラスフィルムと同様に、冬季には入熱が減少して暖房費が増加しますが、地域的な特性によります。

c) 散水

屋上又は屋根に散水することで、気化熱により冷却して、建物内への入熱を削減します。毎日散水すると、コケ等が発生し、屋根防水性能の劣化原因となるので良くありません。天気予報と過去のデマンド実績により、空調負荷を予想して(夏季に 10 日程度の高温晴天日)の散水を行うと、デマンド対策として大きな効果を上げることができます。

屋上緑化設備があれば、十分に散水します。右図は手入れされていない屋上庭園ですが、人工土壌等の保水能力は有効に活用できます。活用できるものは全て使用します。屋上緑化設備は、冬季には外気に対する保温もできると考えられますが、気化熱を利用できる夏季よりは効果は少ないと考えられます。



d) 躯体蓄熱 (空調機負荷安定)

昼休みに空調を停止する設備(無人となる体育館、ホール、操業中止する工場)があり、昼休み直後に電力デマンドが生じている場合、空調を停止せずに連続運用することで節電となる場合があります。一般的な節電の考え方には反しますが、空調を停止せずに連続運用すると、電力デマンドのみでなく使用電力量が削減される場合もあります。建築物(躯体)の熱容量により蓄熱され、昼休み後の高温時間帯の室温上昇を防止されることでの、空調機の効率が負荷一定運転により安定する効果と考えられます。

5-2-(4) 換気による外気流入の防止

空調中の建物内へ、換気等ための外気が導入されると、導入された分の空調された室内の空気(内気)が排出され、空調電力が増加します。換気システムには外気の吸気・内気の排気共にファン等の機械力で行う第一種換気、吸気のみを機械力による第二種換気(自然排気)、排気のみを機械力で行う第三種換気(自然吸気)があります。

a) エアハンドラー調整(外気流入量調整)

劇場・ホテル・クリーンルーム等の空気調和型(セントラル方式)では、室内環境としての二酸化炭素濃度調整のために、外気(OA 又は RA と呼ばれる)が取り込まれます。外気は湿度調整が必要な場合には加湿、クリーンルーム等で作業環境としての粉塵抑制が必要な場合にはフィルタによる除塵が行われ、室内に送気されます。外気が導入されると、室内内圧の上昇により、同量の調質された内気(IA)が自然排気されます。第二種換気です。

外気導入量は、エアハンドラーのハンドルで開閉操作が行われる、吸気ベーンの開度で調整されています。吸気ダクト側面に図のような操作部が取り付けられています。ベーンは新設時の、安全側としての大きな開度で調整(全開)されたままになっている場合があります。室内の換気条件の範囲



(CO₂濃度では1000ppm以下、一般に800ppm程度目標)で、閉方向に調整して、外気導入量を削減します。排気で持ち去られる熱量分の空調電力が削減されます。クリーンルームでは、CO₂濃度の他に、ドア隙間等からの未調質の外気(粉塵などを含む)が流入しないため、最適な正圧(外部に対して10mm H₂O程度)になるような調整し、ドア隙間などからの常時の排気を生じさせます。周辺部で、クリーンルームの漏れ空気空調が不要として放置されている場合があります。内圧(正圧)を調整し、漏れ空気量を削減します。

吸気条件が満足する場合は、パッケージエアコンを使用して、室内の局所的な温度調節を行うと、排気による熱損失が削減されます。ホールのラウンジ部分、クリーンルームの加熱炉の周辺等が考えられます。

b) 換気扇

倉庫などで、壁又は天井頂部の排気専用(第三種換気用)として設置された換気扇が、暑さ対策として運用され、クーラ設備が増設された後も、慣習的に連続運用されている場合があります。停止して排気量を減らせば、建物内への温かい外気の吸込が節減され、空調負荷が削減されます。内部の気流調整はサーキュレータ等で行うことができます。



匂い、有害物が発生する等の作業安全上に必要な場合は停止できません。植物栽培用ハウスでの環境維持のための場合も停止できません。ファン定格風量により、換気量が必要量であるかの判断を行い、インバータ追加による可変速運転での風量・電力量削減を考えます。5-4-②節のインバータ化をご参照ください。

排気専用換気扇には局所換気専用の場合があります。トイレなどは連続運転が原則ですが、厨房などは作業時の必要量となるような運用にします。

c) 全熱交換器

商品名でロスナイと呼ばれる、熱交換機能を内蔵する、換気による室温を変化させにくい外気導入装置です。吸気、排気共に機械力(ファン)を使用する第一種換気設備として使用されます。吸気する外気と排気する室内空気の熱量を交換することで、外気を夏季には冷却し、冬季には温めて導入することで空調負荷が削減されます。熱交換の原理図をメーカ(三菱電機 殿)ホームページを抜粋して示します。

熱交換器部に臭いがつき、導入される外気に移る場合があります。調理場、お香を使う部屋等の、使用しない方が良い場所があります。



熱交換部は天井裏等に配置され、室内の吹き出し部は一般的な給排気口と同様の形状です。壁付けの操作用スイッチに単純換気(中段)と、熱交換換気(下段)の切替が付いていることで見分けられます。機能が知られていないため、単純な換気(排気)装置と混同されて、冷暖房中にも停止のままとなっている場合がよくあります。スイッチ横に、「使用すれば空調が良く効きます」等の、使用することによるメリットを説明する表示で有効活用ができます。24時間連続運用の場合は、無人の夜間時間帯の停止が考えられます。ビルなどの建設図書の機器一覧には熱交換機能の有無が記載されています。



※ 一般的な建物では、自然排気又は自然吸気の第二種及び第三種換気であっても連続運用が推奨され、24h換気等とも呼ばれています。給・排気口の配置・換気量が適切であると、窓を開けての換気よりも、換気効率は良くなるとされています。

d) 建物出入口

建物の出入口からの内気の流出、外気の流入を最小限として空調負荷を削減します。ビル等では出入口ドア・窓等の不要な開放防止、風除室の有効活用、倉庫等では出入口及び内部の冷房必要な区分をビニールシートのカーテンで区分することも効果があります。

図・左は開放となっているビル風除室の熱画像です。開放部の温度が高くなり、入熱が大きくなっています。冷蔵・冷凍倉庫での積み込みヤードでは、図・右の伸縮してトラック出入口までを覆うことができるドッグシェルター(オーバードア)設置すると、外気流入を効率的に遮ることができます。



5-2-(5) 局所空調

アンビエント照明と同じ考えで、必要な場所の空調を強化します。

a) スポット空調

空調の目的が作業者の快適性である場合に採用します。熱交換器と吹き出し口が一体化した床置き型が一般的です。移動可能で、必要な場所への設置ができます。メーカーカタログの二口型の図を示します。同様の設備としてオフィス用の小型、工場・体育館用の冷風機型があります。排熱が作業者に当たらないよう、排気ダクトが使用できますが、駆動用電動機の発生熱を含む排熱は建物内に放出されるために、建物全体としての室内温度は上がります。空調した建物内で使用すると、設定温度が同じであれば、全体用空調機の電力が増加します。空調設定温度の見直しが必要です。



室外機をパッケージエアコン同様に屋外に設置し、屋内の熱交換器で発生した冷気を、建物各部の作業場所へ個別の送風ダクトで供給する方式があります。図は倉庫天井の冷風ダクト接地の例です。作業場手元の吹き出し口にダンパを取り付け、作業状態に合わせて不要部の送風を停止するなどの調整を行えば、効率が上がります。冷気が建物内に吹き込まれるため、建物内の全体的な空調効果も出てきます。送風ダクトの保温の点検が必要です。



b) 空調服

作業服取り付けの小型ファンを充電式バッテリーで駆動し、周辺の空気を作業服内に吹き込んで気流を作り、汗の蒸発による気化熱で作業者の表面体温を下げます。電力費は毎日使用して 50 円/月程度と説明されています。急速に普及しており、前項のスポット空調とあわせて、屋外・プラント周り等の高温となる場所での作業時の必需品となっています。保冷剤による保冷機能を併用するもの、ペルチェ効果により能動的に冷却するもの等の各種の型が市販されています。

吹き込まれた空気により作業服内部が正圧となって作業服が膨らむため、巻き込まれ、充電部接触等の危険がある場所での着用には注意が必要です。粉塵の多い場所での使用にも適しません。暖房については電熱式、カイロ付きベストが使用されています。

5-2-(6) 燃料転換

電力以外のエネルギー源を空調用に使用します。電力デマンドの対策として極めて有効です。ガスの基本料金は、当月の使用量により決定されるため、料金全体が従量制とも考えられます。灯油・重油の場合の基本料金は更にあいまいです。電力以外のエネルギー使用には各種の方法がありますが、いずれも、送風等の設備運用の電力は使用されます。

a) GHP

空調機を電気式空調機(EHP)からガス式空調機(GHP)に変更します。GHPはEHP 室外機のコンプレッサ用電動機をガスエンジンとしたものです。ヒートパイプを使用している室外機と室内機の取り付け、使用方法はEHPと同様です。冷媒ガスの圧縮には電力が使用されないため、電気入力 1kW 程度で運用ができます。厨房横の食堂など、ガス配管が近くにあり、最大デマンド発生時間帯の短時間に大きな空調負荷がかかる場所では、有利性が大きくなります。



室外機は小型化と低騒音化が進んでいます。EHP よりも大容量(10 馬力程度以上)が適用範囲となります。

b) ガス吸収式冷温水機

EHP・GHP での、コンプレッサによる冷媒の圧縮・膨張による熱交換ではなく、ガス・重油等の燃焼を熱源として吸収液の濃縮・希釈を科学的に行うことにより発生させた冷温水を、天井等のファンコイルに循環させることで冷暖房を行います。送気ファン用の他に冷温水循環用、冷房時のクーリングタワー用電力が使用されます。大型の設備で、新築又は大規模改修時に総合的な節電対策としての検討になります。吸収式チラーと重油ボイラ(ヒータ)の組み合わせも同様です。

熱源の効率管理は、ボイラ同様の手法で、燃焼による空燃比等によりおこないます。冷暖房の切替は冷温水バルブ操作等により行います。時季ごとに、保全担当員による配管系統の機械的な切替操作が必要です。

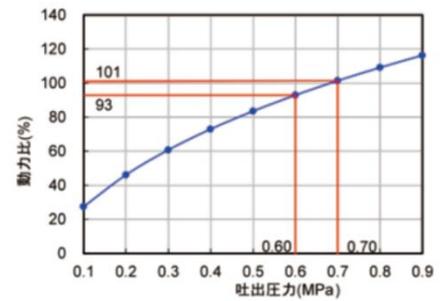
c) 灯油暖房機の追加

冬季に、事務所などでの可搬型の灯油暖房機の追加使用で空調電力を削減します。暖房能力不足の対応として有効です。灯油燃焼に伴い発生する湿分での、加湿機能もあります。製材所の廃材による薪ストーブ等、他の熱源の有効利用もできます。

5-3. コンプレッサ

5-3-(1) 設定圧力調整

圧縮空気はコンプレッサ部の吐出で、一般的に 0.7~0.8MPa になるように調節されています吐出圧を 0.1MPa 低下させると、電動機動力が 10% 程度の節電になるとされています(図は省エネセンター「工場の省エネルギーガイドブック」 23 ページ)。圧縮空気使用機器の特性を考えて、吐出圧力を下げて運用する方法を考えます。コンプレッサ吐出圧力を低くすると、配管空気漏れの減少による空気使用量の削減の効果もあります(ローディング時間の短縮)。



・機器操作の必要圧力調査

空気圧機器が必要とする圧力は、正確には、それぞれの機器仕様書の調査によりますが、機器現場の空気入口に設置されているレギュレータの圧力計でも推測できます。最高値と最大値がマークしてある場合があります。機器が動作していない時の指示値が、一般的には設定圧です。図は 0.5MPa が指示されている状態です。下限が 0.4MPa であることも、推測できます。空気圧機器の入口で 0.4MPa 以上の空気圧の供給が必要と判断できます。



個別機器の動作に必要な圧力を調査し、圧縮空気系統が実際に要求する圧力を検討します。ダンパ等の開閉用シリンダでは、0.2MPa 以上あれば、時間は長くなりますが、動作は可能な場合がほとんどです。清掃用ブローのみで使用の場合は、さらに低い圧力で可能です。供給空気圧の低下に対して、供給量を維持するために、空気配管の径を大きくする方法もあります。

・エアレシーバ(タンク)の配置

空気圧力の低下は、機器動作が集中した時等に、圧縮空気の使用量が急増し、コンプレッサに供給量が不足することで生じます。コンプレッサ出口等に適切なレシーバタンク(第二種圧力容器対象)を設置すれば、空気貯留量が増加することで圧力変動が減少します。機器運用が安定するので、コンプレッサ吐出圧設定を下げるができます。



使用機器の入口に、小型のレシーバが設置されている場合は、機器入口での圧力変動は更に少なくなります。空気配管にヘッダ(圧力容器ではない)があっても、同様の効果があります。

5-3-(2) 空気漏れ

圧縮空気使用設備での空気漏れは、常用圧で常時 20% 程度とされています。漏れを削減すると、発生空気必要量が減少し、コンプレッサの節電ができます。漏れ量は圧力に比例するため、前項の吐出設定圧力を低下させることでも削減できます。

・配管などの漏れ

日曜日などの空気使用設備停止中にコンプレッサと使用設備を停止し、圧縮空気を封入状態として、圧力が低下する時間を測定することで漏れ状態を数量化できます。設備保全として、定期的に行っておくと、傾向の管理ができます。漏れが大きくなる場合は、高調波聴音器でリーク音を確認する、配管接続部にリ

ークチェックスプレー（市販）又は石鹼水を塗布（吹付け）、発泡を確認することで調べることができます。漏れ部の補修は、配管フランジの増し締め、分解してのシールテープ巻きなおし等で行います。

・ ドレンブロー

空気が圧縮されると、空気の許容水分量が減少するために、系統内部にドレンが発生します。空気配管、エアシリンダ等の空気圧機器を正常に維持するためには、ドレンの排出が必要です。ブロー装置（ドレントラップ）がエアレシーバ下部、先端部のヘッダ等のドレンが滞留しやすい部分に設置されます。ブロー装置不良となり、不必要な空気の排出が行われると、圧縮機動力が増加します。

ブロー装置には数種の型式があります。圧縮空気の除湿を行うエアドライヤの設置状態など、ドレン発生状況に合わせたブロー装置を選定します。図はコンプレッサ本体に設置されたフロート型です。フロート型は機械式フロートが内部に滞留したドレンの浮力により浮き上がり、排出弁を開きます。配管内部の異物等で固着すると、排出弁が開のまま空気漏れ、又は閉のままドレンが排出されなくなります。電気式では、ドレンが生じていなくてもブロー状態となっている場合があります。いずれの方でも、空気漏れはないか（ブローが吹き止まっているか）、ブロー排出口に排水の後があるか等の動作状態の点検・保守を行うことで、必要最小のブローとします。ブロー装置は単独で更新できます。エアレシーバでのブロー弁手動開による定期ブローも効果的です。目視で、ドレンが無くなった時点で、ブロー弁を閉じます。



5-3-(3) 並列運用・台数制御

複数のコンプレッサが吐出圧配管を共有して並列運用され、吐出部（レシーバ）に設置された圧力検出スイッチで個別の起動停止を行うと、複数機のローディング・アンローディング動作が競合する場合があります。ローディング機を選択できるようにすると、電動機電力の低減ができます。2台並列の場合は、常用機（ベースロード用）と予備機（容量調整用）として、予備機側のローディング圧設定を常用機側より低くすることで、ローディングを常用機に集約できます。3台以上等の場合は、台数制御装置を使用すると、使用空気量に合わせて、1台を待機停止状態とする等で電力使用を更に削減できます。

工場の増設などにより、コンプレッサの配置が分散している場合は、空気配管をループ化することで運用が安定します。単独設置されていた場所で、空気配管が長く圧力低下の恐れがある部分は、小型のレシーバの現場設置での補償を考えます。複数台の機種が異なるコンプレッサがある場合は、レシプロ、スクリーン、ターボの型式の違いと容量を考慮した選択を行います。

台数制御装置には、ウイークリータイマにより、曜日ごとの吐出圧切替ができる型があります。

5-3-(4) 吸込み空気温度

吸込み空気の温度が下がると、ほぼ温度差に比例して効率が上がります（理論断熱動力が下がります）。吸込み空気温度 35℃を 25℃まで下げると概、2～3%の動力が減少します。

コンプレッサが屋内に設置され、空気吸込み口も屋内にある場合は、吸込みダクトを屋外まで設置し、外気を吸引すると、吸込み空気温度が下がり、コンプレッサ効率が上がります。雨滴等の吸込みが無いような囲い、ダクト吸込み口を下向きにするなどを行います。



吸込み差圧が大きくなるように、吸込み空気口フィルタの目詰まり防止のため、定期的な実施が必要です。

5-4. ファン・ポンプ

5-4-(1) 空運転の防止

照明設備同様に、不使用時の停止が最も節電効果があります。送水ポンプのキャビテーション防止のためのミニマムフロー運転の循環量が適正であるか、工作機のオイルポンプの待機運転が不要に行われていないか等を確認します。シーケンスによる図面調査、電動機への電流記録計の取付により運転状態が把握できます。

5-4-(2) インバータ化

インバータを使用して、電動機電源の周波数を変更して回転数を変化させることで、流量又は圧力の調整を行います。動力が回転数の3乗に比例する特性により、軸動力を削減することができます。吐出弁開度が同一の状態、70%風量(水量)となる回転数が1/2であれば、動力は1/8になります。吐出圧力が回転数の2乗に比例する特性により、吐出圧力調整を行うこともできます。

低圧電動機へのインバータ適用については、省エネルギーセンター発行「楽勝！現場で使うインバータ」等の詳しい図書が多数市販されています。ご参照をお願いします。

軸動力の削減は機械的にも可能です。ベルト駆動の場合のプリー径変更による回転数調整、本体インペラカットによる特性変更等の方法もあります。工事費が安く、インバータによる変換損失が発生しませんが、再変更が困難です。

※インバータ対応でない電動機をそのままインバータで駆動すると、巻線の過熱損傷などの故障要因が増えます。駆動用インバータの故障も発生します。冷却ポンプなどのプラント設備全体としての運用に不可欠な設備は、インバータの予備、更には非インバータ設備を予備として残しておく等の、システム全体としての安全対策を取っておく必要があります。

インバータを設置したから、節電になっている、と安心してしまうのではなく、周波数設定を記録・管理することが必要です。保全点検記録、作業マニュアル等で設定方法について明示しておきます。

a) 風量・水量調整

インバータにより回転数を下げると、ダンパ等を全開としても、運転特性を調整することができます。流量調整を、調整開のダンパ、出口配管を含む抵抗(損失)を発生させることでなく、回転数調整により行うことができるためです。ファン・ポンプの機械的な特性は取扱説明書の特性図で確認できます。下記に適用例を説明します。

※ インバータは高調波を発生することが多いので、機器電源にELBがあれば、不要動作防止等の検討を行います。インバータメーカーにより感度電流の推奨値があれば従います。

・ 出口ダンパ等が調整開で運用されている場合です。吐出流量がダンパ等で圧損を発生させる損失で調整されています。

図左はブロー出口ダンパです。開度指示があり、1/2開であることが分かります。図右はポンプ出口バルブです。開度指示計が無い場合は、ハンドルの回転数(出ている山の数)で開度を判断します。全開か調整開かの判断ができない場合は、(開方向に)わずかに回転させてみます。動かなければ全開です。動く場合は、調整開です。



※ コントロールドライブによる、入口ベーンで風量制御されているファン、出口弁での流量制御されているポンプ等には、システム全体としての制御特性(即応性・リニア特性範囲等)の必要性ため、インバータ制御に適さないものがあります。図は電動ドライブのポンプ出口弁です。ポジショナーが付属している空気式等の場合は更に制御特性を考える必要があります。



出口バルブ調整でも、軸動力削減効果がありますが、回転数調整よりは少なくなります。送風機の入口ベーンによる風量調整は、出口ダンパ調整以上の削減効果があります。

・ 工場等の、風量調整ダンパが無い粉塵排気ファン等で、排気ダクトの差圧が不要に大きい場合です。流量調整が、ダクトの圧損で行われています。

バグフィルターでは、集塵を良好に行うために、濾布の前後に規定の差圧が生じている必要があります。図は管理のための差圧計です。水柱マノメータによる場合もあります。局所排気装置の吸引口では、粉塵を逃さないための風速(制御風速)を生じるための、風量も必要です。



b) 圧力調整

・ 水道水を地上設置の受水槽からビル屋上貯水槽に直接供給する加圧ポンプの出口圧(揚程)が大きすぎる場合です。出口圧が高すぎるために発生する、使用する場所での蛇口を絞った(機械的損失を大きくしての)給水、又は水位調整に不要な水量の吐出を防止しています。使用水量変動に併せて、インバータによる電動機の回転数で圧力調整される設備では、高すぎないような設定とします。建物高さ、配管抵抗によりますが、簡易的には最上階での水の出を確認することでの確認もできます。屋上に受水槽がある場合は高さ(水面の位置水頭)による給水となります。

・ 距離がある貯水池等に送水するポンプも同様です。放水口での吐出状況(勢いが強すぎないか?)と、送水時間を併せて判断します。配管抵抗に見合うと吐出圧力に調整し、吐出水の不要な速度(運動エネルギー)が無いように調整します。

・ NC 機器アクチュエータ等の油圧ポンプは、研削作業などの必要時間以外も連続維持運転されています。作業時間以外での吐出圧力を下げれば電力が削減されます。圧力調整範囲打は機械メーカーとの調整が必要です。

c) 換気扇風量

換気扇を回転数制御として風量を低減し、電力を削減します

・ 厨房換気扇が調理時間以外にも運用が続行されている場合です。調理時間以外は、風量を低減して厨房の脱臭に必要な風量で運用します。天井(ダクト内)設置のシロッコファンも、同様の運用ができます。

・ 薬品庫等の排気ファンが24時間、定風量(無制御)で運用されている場合も同様です。庫内での作業時間は作業安全のための全風量運用、作業時間以外は保安上の排気として、風量を削減しての運用を行います。

・ 農業及び畜産用建屋(ビニールハウス・畜舎)の高温防止用排気扇も同様です。季節により風量を削減して運用を行います。倉庫の換気ファンも同様です。

※ 複数のファンがある場合は、インバータ 1 台を全体の電源とする並列運用も行われます。複数機の並列運用では、インバータの制御方式による、機種(制御方式)の制約があります。容量も並列運用台数の 1.1 倍以上となります。配線長等の工事方法を併せて、事前にインバータメーカーとの打ち合わせを行い、機種選定を行えば安全です。



5-5. 受電設備

受電設備は 365 日連続運用されます。運用時の損失を少なくすることで、大きな節電になります。主要な損失である変圧器損失には、一次側を交流(商用)電源に接続することで負荷電流によらず生じる一定の無負荷損(変圧器の励磁による鉄損)と、二次側の負荷電流の 2 乗に比例して生じる負荷損(銅損)があります。変圧器損失により発熱が生じるため、受電設備の冷却装置の節電が効果として現れる場合があります。受電設備の温度が下がるため、機器寿命も延長されます。

① 変圧器の統廃合(減設)

単相または三相に複数の変圧器が運用され、軽負荷運用の変圧器がある場合に、軽負荷の変圧器の負荷を他の余裕がある変圧器に移動して変圧器を停止します。無負荷損失がなくなることで、電力損失が削減します。統合後に残存する変圧器は負荷損が増加するため、併せて損失を検討します。工事は、二次側低圧負荷母線を他の隣接する変圧器の低圧母線に接続し、高圧側を切り離して(解線又は LBS 等開放)変圧器を停止します。

※ 建設時は設備使用状況が不明であるため、設備運用の不等率による負荷想定を行います。ほとんどの場合、余裕を見ての大きめの変圧器容量が選定されます。極端な場合は、設備の電気容量の総量が変圧器容量として選定されています。

統合により残存する変圧器は負荷が増加します。重負荷期について、デマンド実績による全体負荷と、3-4 節の月次点検記録等による各変圧器の負荷分担を調査して統合の検討をします。安全上、最大 80% 負荷程度を目標とします。

しかしながら、短時間に大電流が流れる等の特性(起動電流)を持ち、瞬時電圧降下防止等のために、専用の変圧器設置が機器メーカーにより指定されている負荷がある場合は統合できません。疑われる場合は、電流・電圧記録計等による連続した調査を行います。変圧器の B 種接地が異なる場合(非接地系・V 結線等)も検討が必要です。三相変圧器の巻線は、JIS で、50kVA 以下は YY、他は YΔ です。50kVA 以下、特殊用途の変圧器では、高調波対策の検討も必要です。

動力変圧器が 150kVA と 300kVA であり、150kVA 変圧器が軽負荷(20%)で、300kVA が余裕をもって運用されている(50%)場合に、150kVA 変圧器の負荷を 300kVA 変圧器に統合するとしての試算を行います。

負荷損(銅損)は負荷率の2乗に比例、無負荷損(鉄損)は一定とし、それぞれの定格損失は一般的な数値を使用しています。

・統合後の300kVA変圧器の負荷損試算
(150kVA負荷電流を300kVAに換算)

$$0.2 \times 150/300 + 0.5 = 0.6$$

日中の負荷損(300kVA変圧器の負荷電流は定格の0.6)

$$4890W \times 0.6 \times 0.6 \times 10h = 17604Wh$$

夜間負荷率と負荷損は、

$$0.1 \times 150/300 + 0.1 = 0.15$$

$$4890 \times 0.15 \times 0.15 \times 14h = 1540Wh$$

1日当たりの負荷損は、

$$17604 + 1540 = 19144Wh/日$$

・無負荷損を含めての全損失は

$$22080 + 19144 = 41224Wh/日$$

・統合前の全損失は

$$15579(150kVA変圧器) + 34990(300kVA変圧器) = 50569W/日$$

・統合による、全損失削減は

$$50569 - 41224 = 9345kW/日$$

300kVA変圧器の電流増による負荷損は増加しますが、停止される150kVA変圧器の無負荷損(14160Wh/日)が削減されるため、全損失は減少します。

統合前 50,569kWh/日、18,458kWh/年

統合後 41,224kWh/日、15,047kWh/年

電力量料金単価を17円/kWhとすると

(18,458 - 15,047) × 17 ≒ 58千円/年の電力料金低減になります。

統合する変圧器が隣接し、配電盤低圧母線の接続(ワタリ施工)のみで可能な場合は、投資回収年数が数年となる場合があります。

※ 夜間などの変圧器電流(待機電力)

変圧器の負荷電流の変動を曜日別等も含めて詳細調査すると、より詳細な効果が試算できます。変圧器二次側に電流記録計(トランスモニタ等)を仮設して調査します。

夜間電流は、日負荷線図がある場合は夜間のデマンド状況、無い場合は電力量計などの全日電力と昼間電力の差分を、変圧器の負荷設備を考慮して案分しても求めることができます。休日の負荷変動と日数を考えると精度が上がります。夜間・休日であっても、全停電しない限り、負荷電流はある、との発想で検討すると、実用上は十分だと考えています(夜間は負荷を無視した計算を行うと、計算そのものが疑われます)。

※ 負荷分担の適正化

変圧器1台を停止しない場合も、重負荷(低効率)運用となっている変圧器の負荷の一部を他の変圧器へ振り替えることで、受電設備全体の損失低減ができます。変圧器の最高効率である60%程度(負荷損と

	統合前		統合後
	150kVA	300kVA	300kVA
無負荷損(W)	590	920	920
全負荷損(W)	2,628	4,890	4,890
日中負荷率	0.20	0.50	0.60
日中時間(h)	10	10	10.00
夜間負荷率	0.10	0.10	0.15
夜間時間(h)	14	14	14
無負荷損(Wh/日)	14,160	22,080	22,080
日中負荷損(Wh/日)	1,051	12,225	17,604
夜間負荷損(Wh/日)	368	685	1,540
全負荷損(Wh/日)	1,419	12,910	19,144
全損失(Wh/日)	15,579	34,990	41,224
損失計(Wh/日)	50,569		41,224
年間損失(kWh/年)	18,458		15,047

無負荷損が等しくなる負荷電流)を超える負荷の変圧器と、軽負荷の変圧器が隣接している場合に適用できます。配電盤ブレーカの一次側の配線変更で行います。

② 変圧器の高効率型更新

既設変圧器を高効率型に更新することで、変圧器損失が削減されます。300kVA 変圧器の更新を例として試算します。高効率型では鉄心構造等が改善され、負荷損(鉄損)、無負荷損(銅損)共に低減されています。概、無負荷損が 1/4、負荷損が 2/5 程度となっています。

一般的な特性を使用して前項の同様に試算します。負荷電流は前項同様、昼間 60%、夜間 15%としています。年間損失は

15,047—5,072=9975kWh の削減となり、17 円/kWh として、概 170 千円/年の電力料金低減になります。

変圧器本体の購入と、搬入、入替の工事費用を考えると投資回収年数は 10 年以上となります。設備保安上の、経年劣化対策としての更新と併せて高効率型を採用すると、投資効果を考えることができます。

	更新前	更新後
	300kVA	300kVA
無負荷損(W)	920	250
全負荷損(W)	4,890	2,017
日中負荷率	0.60	0.60
日中時間(h)	10.00	10.00
夜間負荷率	0.15	0.15
夜間時間(h)	14	14
無負荷損(Wh/日)	22,080	6,000
日中負荷損(Wh/日)	17,604	7,261
夜間負荷損(Wh/日)	1,540	635
全負荷損(Wh/日)	19,144	7,897
全損失(W/日)	41,224	13,897

損失計(Wh/日)	41,224	13,897
年間損失(kWh/年)	15,047	5,072

※ 保安上の変圧器更新

変圧器の日本電機工業会による更新推奨年数は 20 年です。多くの受電設備で、20 年以上経過の変圧器が継続使用されています。

図は使用開始 20 年未満で劣化が認められた変圧器の内部目視点検と絶縁油酸化度試験結果です。過負荷で、本体外壁温度が 100℃以上(電流が定格以上)で使用されていたために劣化し、絶縁油は濃い茶色に変色し、酸化度は管理限界値に近づいている(検査試薬が緑色に変色)と考えられます。設備安全のための更新が必要です。



巻線絶縁の健全性を確かめるためには、巻線の部分放電履歴を、絶縁油中の可燃ガス成分のガスクロ分析(フルフローラ分析)による確認方法がありますが、ほとんど実施されていません。停電点検時の高圧部絶縁測定は、現状での巻線地絡が無いことの確認です。変圧器噴破の原因となる巻線レアショート等の危険性を予測できるものではないことの認識が必要です。受電設備の事故は事業所の運用に重大な支障となります。

③ 電気室冷却

屋内電気室で冷房設備があり、設定温度が事務室等と同様の 28℃、または近い温度が設定されている場合は、設備保護用の空調と考えて緩和することで、空調電力が削減されます。キュービクルには付属ファンが、特高用には本体冷却機にファンが付属しています。

※ 一般的な変圧器の使用周囲温度は最高 40℃以下、日間平均 35℃以下となっています。キュービクルには内部の温度上昇を防止するため、32℃程度で ON-OFF 制御される換気扇が設置されています。

屋内電気室では、事務室同様ではなく、点検業務が可能である温度までは緩和できます。変圧器本体温度が連続監視されている場合は、本体最高温度値でも判断できます。

④ いろいろな？節電案

過去から現在まで、受電配電設備には各種の節電方法が提案され、売り込まれています。無意味と(私が勝手に)思っている事例もあります。節電を考えるための参考としてご紹介します。

・ 高圧コンデンサ更新・増設

高圧コンデンサを更新(最新型?)とする、又は動力変圧器の容量同等まで増設することで基本料金割引率を低下させるとの説明です。コンデンサ本体の電力損失は本質的に、ほとんどありません。受電率100%の受電設備(電力請求書で確認できます)では、コンデンサ増設で(位相を進めても)それ以上の基本料金の割引はありません。力率99%程度の場合も、1-1-③節での試算のように、改善効果よりも更新費用が高くなる場合がほとんどです。3節の使用実績調査方法での現状確認が必要です。

・ 灯動共用変圧設備

基本料金が変圧器容量により決定されていた時代に、小容量受電設備で、設備(変圧器合計)容量値を低減するために、単相変圧器の組合せによるV結線が採用されました。単相変圧器と三相変圧器の組合せ設備を、「節電のために」灯動共用変圧器へ改造した場合があります。

現在のデマンドによる実量契約では、変圧器容量は基本料金には無関係です。電灯(単相)変圧器と動力(三相)変圧器を別途に設置する方が、電源品質等からも安全です。高圧受電設備としてV結線が新設されることはありません。灯動共用として、ダブルパワー(コンビ)変圧器が現在も使用されますが、省スペースの目的であると考えています。

灯動共用変圧器については、私の電力技術ページ

(<http://hanasaka.life.cocacn.jp/denki/>) をご参照ください。

・ お化け？トランス

基本料金が変圧器容量契約であった時代に、基本料金低減のために、変圧器の名板を小容量に書き換えて使用されたものがあります。外形上30kVAの体格があるのに、名板では10kVAとなっている等です。使用電流が定格電流を超過しているのに、変圧器温度が上がらないことでも判断できます。名板容量で使用すれば(実質的には名板以上で使用するにも関わらず)、設備的には余裕があり、過負荷の危険性が無いとの変な理由であったと考えられます。前項同様に、現在の実量契約では意味がないので、新設されることはありません。出荷時に製造者により行われたと考えられる場合と、工事店(減設屋?とも呼ばれる)などにより、名板変更されたと考えられる場合があります。

変圧器更新を行う場合、損失計算をする場合に注意が必要です。V結線設備の変圧器によく見られますが、単相・三相変圧器組合せの場合にも見られます。

・ 変圧器調相用低圧コンデンサ

灯動共用設備では、共用相の低圧側力率の調整で、理論的には共用相が最高効率まで使用できます。このために、受電設備の共用相配電盤に単相コンデンサが設置されている場合があります。より高度な設備としては、ON-OFFによる力率調整器まで使用されていました。

灯動共用変圧器を使用する小容量受電設備では受電容量限度までの使用は無



いため、効果は少なく、経年劣化事故防止のためには撤去(ブレーカを切る)も可能だと考えています。受電力率調整は高圧コンデンサで行います。

※ 現場分電盤に設置されている低圧コンデンサについては、1-1-③ c)を参照ください

・ 電子ブレーカ(低圧動力)

低圧電力を開閉器契約で行っている事業所で、過負荷電流検出から動作までの時間算出を電子化(高精度化)したブレーカを使用し、JIS 許容値までの短時間過負荷を前提として、ブレーカ定格電流を小さく選定することで基本料金を低減します。重負荷時の最大電流と継続時間を秒単位で正確に把握することが必要です。短期の測定で過小な数値に設定した場合は、本当の電力需要時期にブレーカ動作による停電が多発します。ピークカットを行う、との説明がされる場合もありますが、受電ブレーカでのピークカットは、全停電です。

受電キュービクル変圧器容量と同様に、初期状態では必要以上の容量の受電ブレーカが設置されていることが多く、設備の現状への適応対策としては有効と考えられます。

・ 電灯電圧の低減

単相電灯設備にサーバー、LED 照明などが使用されていなかった時期に使用されていました。電圧調整器(直列の可過飽和リアクトル)を電源に直列増設することで供給電圧を低下させ、負荷設備電流が電圧に比例して減少することを利用して、使用電力を低下させる方法です。現在の設備では、定電力制御が行われるものが多いので無意味です。ほとんど残存していません。

・ フェライト応用

フェライトを活用する、各種の提案があります。装着するだけで節電効果があると説明されています。いずれの説明も、私が内容を理解できる範囲ではありません。

a) ブレーカ用フェライトシール

ブレーカ(三極式)の本体表面にフェライト等を利用しているチップ又はシールを張り付けることで、ブレーカ部で発生する電磁波を吸収・熱変換等により放射させ、負荷電流を安定化させ、節電効果が生じると説明されています。

b) 分割コア取り付け

受電ブレーカの一次又は二次側ケーブルに分割型フェライトコア(パソコン等のコモンノイズ削減用と同等?)を装着することで高調波を抑制し、電気の使用効率を上げると説明されています。

c) 電子レベルのコントロール

低圧母線に、フェライト応用機器を取り付け、ケーブル内の自由電子を増やして電流の流れを改善して節電すると説明されています。無効電力の説明があいまいなパンフレットがあります。二次側に中和のためのマイナスイオン発生装置を接続すると説明されている方法もあります。

・ 配線の電流密度(高度?な電気理論)

電流は電磁的な現象で、電気理論に従い電線全体ではなく、部分的に流れる。重要な理論を知らない工事店の設計する設備はレベルが低い。節電と良好な保安のためには、その知識と技術がある自社へ発注するようにとのセールストークです。

理論的には電流が導体の表面に集中して流れる表皮効果(深さが周波数の平方根に反比例する)だと思いますが、商用周波数(60Hz 又は 50Hz)での低圧電気設備で影響を考えることは、実用上は無意味で

す。高調波が存在するインバータ二次側等でも、中空ケーブルではない汎用ケーブルが使用されます。表皮効果を考えた開閉器も市販されていません。

※ どのような案であっても、投資効果は別の問題として、オーナー及び従業員が電力使用状況を考えることで、若干の節電効果が生じると考えています。

5-6. ボイラ設備

ボイラでは燃料が消費されるのみではなく、燃焼を維持するための通風機、燃料ポンプ等の補機運用の電力が消費されます。図は貫流小型ボイラの送風機等の電動機部分です。大きなボイラでは送風機も押し込み、誘引の複数台等となり、使用電力は大きくなります。



据え付け時のボイラ容量・燃焼設定は受電設備同様に、十分な余裕をもって設定されています。発生した熱(蒸気)を消費する設備の運用が経年的に変化をして、必要な熱量が変化している場合もあります。

現状に合わせての運用の適正化は、燃料使用量削減のみでなく、補機の直接の節電効果も生じます。

最近ではボイラ技術不要のボイラが主流です。専門技術員による管理は少なくなっています。ボイラがあれば、ボイラ周りのみで省エネ診断の必要件数は達成できる、とも言われるほどの着目点があります。主要項目の概要を、節電の考え方から説明します。

① 空気比(空燃比)

燃焼のために必要な酸素量を供給するための必要な理論空気量(酸素濃度 21%としての空気量)に対して、若干多めの空気量が吹き込まれます。理論空気量と実際に吹き込まれる空気量の比が空気比です。燃料の種別と、ボイラの蒸発量(型式)によって最適な値が決まります。重油小型ボイラ場合 1.3 程度です(経産省管理基準の小型ボイラでは 1.2~1.3)。燃焼に使用されなかった酸素はボイラ排ガスに含まれて排出されるため、排ガスの酸素測定(濃度分析又はセンサ)で空気比が推定できます。法定の「ばい煙測定」では、ばいじん量測定のために酸素濃度が測定されます。最適空気比での排ガス酸素度は一般的に液体燃料で 4%、ガス専焼で 5%ですが、高度の燃焼管理が行われる場合は、更に低い値での運用(高効率運用)ができます。

・空気比が大きすぎる場合

極度に吹き込み空気が多くなりすぎ、バーナを吹き消さない限りは、炉内は明るく、よく燃えます。しかしながら、ボイラ排ガス量が増え、炉内の滞留時間が短くなり、缶水とは熱交換されずに排出されるガス量が増えます。ボイラ効率が下がり、排ガス温度は高くなります。空燃比が大きくなりすぎ、通風量が必要以上に大きくなると、補機が正常であっても、電力使用量が増えます。

・空気比が不足する場合(最高効率判断)

燃焼が不安定になります。燃焼を目視できる場合は炉内が暗くなり、バーナ口での不燃物(煤)の発生が認められることもあります。不燃物が認められるようになる限度が最高効率と判断することもできます。バーナ火炎の状態には、バーナーチップの目詰まり、供給燃料の圧力の影響もあります。蒸気量が同じであれば燃料量が増えるため、前項同様に電力使用量が増えます。

・空気比の調整

据え付け時には、燃焼安定を優先して、空気比は大きく設定されています。酸素濃度測定値と燃焼状態の確認で空気比の適正化を、通風機ダンパ・重油調量弁の比率調整等で行います。調整には専門的な知識が必要です。定期点検等に合わせて、メカへ調整を依頼することが一般的です。酸素濃度測定値

の把握のために「ばい煙測定記録」は、電気設備の点検簿同様に、エネルギー管理部門でも確認する必要があります。

② 台数制御

小型還流ボイラは蒸気使用量により3段階、又は4段階(高・中・低・停止)で燃焼制御されています。燃焼効率の中燃焼(40%~80%)>高燃焼>低燃焼です。複数台のボイラが並列運用されている場合は、コンプレッサ等と同様に台数制御を行い、低燃焼(低負荷・低効率)で運用されるボイラが生じないように運用することで全体の効率が高くなります。

ボイラを停止すると、点火時及び消火後の異常燃焼(爆発)防止のために、点火前(プレパージ)と消火後(ポストパージ)として、一定時間の空気の吹き込みが行われます。消火・点火を頻繁に繰り返すと、パージによる炉内温度低下で、燃料消費効率が下がります。パージのための空気は電動機によるので、電力が消費されます。不要に長いパージ時間がタイマで設定されていないかの確認が必要です。ボイラの起動停止が多い場合には電力消費が大きくなります。

③ 保温

ボイラシステムの保温はもっとも簡単にできる対策です。高温部を保温し、壁面と外気との温度差による熱放射による損失を防止します。保温が無い部分と、劣化している保温の改修を行います。触って温かい所は保温する、が保温の原則です。作業場室内のユーティリティとして蒸気配管が引き込まれている場合は、冷房負荷の削減にもなります。

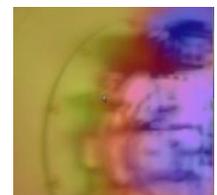
a) 保温無し部分への追加

建設時の状態では配管・バルブ・本体等には保温が不完全な部分があります。熱放射による損失防止のための保温を行います。極端に言うと、触れて暖かい所は保温するということになります。ドレン配管などの自然冷却が必要な部分以外の全てが対象です。正規の保温材でなくとも、ホームセンターで入手できるものでも十分な保温ができます。

図左は保温がされていないヘッダ配管、図中はグラスウールとアルミ箔で、後付け保温した例です。右端の配管のフランジまで保温すると更に良好な保温となります。高音部に触れて火傷をする危険性も改善されます。バルブで径が大きい場合には、図右のような、ジャケットタイプ等の汎用品があります。



ボイラ本体の、保温が無い鏡板のバーナー口の熱画像(黄色の部分)です。表面温度で71℃ありました。メーカー出荷時の標準では保温は付けられていませんが、ボード状の保温材での後付けが可能です。保温を行うと、作業時の接触による火傷防止にもなります。排ガスサンプリング座等も建設時には露出ですが、同様に保温可能です。



b) 劣化部の修理

屋外配管の保温外装板が劣化した部分が水濡れし、断熱材まで浸水すると、放熱は極めて大きくなります。外装板のへこみ、変色で判断します。劣化が進むと、配管からの水蒸気発生、配管下の水滴落下等

の目視で見つけることができます。放射温度計による外部温度測定を行うと、劣化が進む前に、数値的に把握できます。

④ ドレン処理

a) スチームトラップ

蒸気配管等内部には外部から冷却されることで、ドレンが発生します。ドレンが滞留すると、配管閉塞による熱効率低下と、蒸気シリンダ等の動作不良が生じます。

ドレン滞留を防止するために、ドレンを自動排出するスチームトラップが使用されます。トラップの型式には、ドレンと蒸気の比重差で動作する型(フロート型等)、温度差で動作する型(ベローズ型等)、熱力学的特性で動作する型(ディスク型)があります。図は小型還流型ボイラ蒸気配管に設置されたディスク型です。前後の配管の保温の有効性は型式及び設置場所で異なります。いずれの型式でもトラップ出口配管から連続して蒸気が出ていないか(蒸気漏れ)、トラップ入口配管が冷たくなっていないか(トラップ不動作)の確認を定期的に行います。不動作が疑われる場合は、軽く叩いてみることも効果があります。大型ボイラでは、発生する復水量を想定してオリフィスにより連続ブローする型もあります。



b) ドレン(廃熱)回収

排出されるドレンの熱量を全て回収すると、ボイラ発生熱量の10%が回収できるとされています。ドレンは、給水加熱等に使用します。蒸気が、密閉式の熱交換器で使用されている場合は、加熱用として補給水に直接吹き込むと、ボイラの補給水量も削減されます。

簡易的に、タンクで水道水と混合し、手洗い用水と混合して使用すると、どれくらいの熱量が捨てられているかを体感できます。



① 設備更新

ボイラ本体更新の場合は、現状での蒸気使用状態に合わせての検討を行います。

・機種

空調機用の温水作成、設備の加熱が目的として使用されているボイラは、更新に併せて、ボイラではなく、真空温水ヒータとすることで大きな効率改善ができます。大気圧以上の圧力を持つ蒸気を作るための潜熱が使用されないためです。蒸気圧が必要ない場合に、既設ボイラで蒸気圧力設定を低下させての運用を行うと、不安定な運用になるとされています。

・設置場所

ボイラ室が使用場所から離れている場合(過去にはボイラ事故が多かったための安全対策)、蒸気配管が長くなり、放熱による損失が生じます。同じ場所ではなく、蒸気使用場所になるべく近くなるように、最適な配置を行います。

・高効率化

炉筒煙管ボイラ・鋳鉄ボイラが使用されている場合、短時間に多量の蒸気を必要とする運用での保有熱量等の問題が無ければ、小型貫流ボイラの適用を考えます。ボイラメーカーとの打ち合わせで、エアヒータ、給水加熱設備、アキュムレータの活用、リジェネバーナー等の採用を行うと、更に高効率が期待できます。