

# 生産と省エネの両立のカギは「原単位管理」 見える化と共有で改善のPDCAを回す

日本の製造業は省エネに長年取り組んできた結果、省エネは現場に根付き、エネルギーの消費量は昔に比べて大きく減少しました。しかし省エネは今後も継続的に進めなくてはなりません。将来に渡って省エネを継続するために必要なのが「原単位」という考え方です。原単位とは何か、どのようにしてその情報を取得し、省エネ活動に生かすかなどを、三菱電機福山製作所の事例などを交えながら解説します。

## エネルギー消費は生産コストに直結

国連が策定した「2030 Sustainable Development Goals (持続可能な開発目標、SDGs)」は、人々の生活の質を向上させるため、貧困から気候変動対策まで広範な社会課題における2030年までの目標を掲げたものです。このSDGsが社会や生活に密接に関わることはよく知られていますが、実は生産性の向上にもつながるのをご存じでしょうか。

海外ではあまり知られていませんが、日本は石油などの天然資源が少なく、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」によると、エネルギー自給率は2018年時点でわずか11.8%です。高価な輸入資源を有効に使うために、日常生活のあらゆる場面で省エネが根付いています。これは産業界でも同様です。エネルギーを含む製造原価が非常に高価であるため、日本の製造業はさまざまな省エネ活動に取り組んでおり、先進的な技術やノウハウを保有しています。

その一つが三菱電機。生産における省エネ・改善に向けた取り組みは「e-F@ctory」のコンセプトの下、長年にわたって引き継がれています。エネルギー管理をはじめとする事業を通じた地球環境への取り組みなどが評価され、2021年には国際的な非政府団体CDPから、「気候変動」の分野において2年連続5度目となる最高評価の「Aリスト企業」に選定されています。



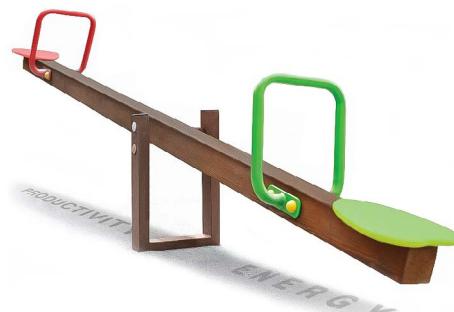
三菱電機は、省エネ製品の使用やCO2排出量の削減などにより、低炭素社会の実現を目指しています。

## 環境の3R

環境配慮を示す言葉として「3R」という標語を聞いたことがある人は多いでしょう。「3R」と言えば、Reduce(リデュース:減らす)、Reuse(リユース:再利用する)、Recycle(リサイクル:再資源化する)のことです。製造業の観点からエネルギー利用を考える際には、Reduceが重要です。つまり、エネルギー消費は「減らせば減らした分だけコストも減る」のです。逆に、「減らさないとその分は生産コストに直結する」とも言えます。

資源エネルギー庁によると、日本の電気料金は2010年からの約10年で、家庭向けで約22%、産業向けで約25%上昇しています。世界的に見ても、エネルギー価格はここ数年着実に上昇しており、例えば米国のエネルギー情報局は、過去15年間で電力の平均小売価格が家庭部門で53%、産業部門では42%上昇したと公表しています。そのため、貴重な資源であるエネルギーを効率的に利用する必要があり、いつ、どこで、どれだけのエネルギーが消費されているかを理解することが、エネルギー消費を管理するための第一歩となります。

## 上がると下がり、下がると上がるものは？



上がると下がり、下がると上がるものは？

この問いかけは一見、なぞなぞのようですが、実は深い教訓があります。製造現場でシーソーによく例えられるのは、「エネルギーと生産性」です。エネルギー消費が増加すると生産性はそれに連動して低下するのです。

単純に機械の電源を切ればエネルギー消費をゼロにできますが、

そうなると生産ができなくなります。製造現場で実現したいのは、より多くの製品をより少ないエネルギーで製造できるように、「生産性を向上」させることです。こうした背景から、三菱電機ではコスト削減ではなく、生産性の向上を通じた省エネに取り組んでいます。

### キーコンセプト

製造現場では、エネルギー消費を管理する際の指標として「エネルギー原単位 (EPU=Energy Per Unit produced)」があります。製品1単位を生産するために消費されるエネルギー量のことです。

エネルギー原単位には大きく2つの特徴があります。1つ目は、エネルギーコストを生産活動に直接関連付けることができるという点です。例えば、ラインが停止して製品の生産が止まても、エネルギーが消費され続けるため、エネルギー原単位が上昇します。2つ目の特徴は、エネルギー原単位が生産効率、すなわち生産性と連動しているため、生産ラインや工場間の生産性を容易に比較できるようになります。そして、三菱電機では、エネルギー原単位を把握・比較するだけでなく、省エネ活動にも活用しています。

多くの製造現場では、製造プロセスに関連する材料費、人件費、物流費、減価償却費などを厳密に把握しています。しかし、エネルギー消費量に関しては、合計値しか把握していないことがあります。

三菱電機のFA-IT統合ソリューション「e-F@ctory」のコンセプト「Connect Everything」に基づき、各種装置をつないで必要なデータを測定すれば、エネルギー原単位を導き出すことができます。

ここで触れておきたいのは、既設の設備や機器などあらゆる装置のエネルギー消費量を把握できる、という点です。既設のブレーカーや測定ポイントにエネルギー測定用のモジュールを直接設置すれば、既存の生産設備やケーブル配線を変更することなく、測定を始められます。

そして、これらのデータを電力量計やエネルギー監視機器で収集すれば、すべての装置のデータを一元管理することができます。データの可視化が進むと、より多くの改善効果が期待できます。実際の活用事例をご紹介します。

### 事例1：遮断器の生産ライン

前述のように、日本ではエネルギーコストが上昇していますが、どのような対策を取れば良いのでしょうか。

価格競争力が求められる遮断器のような製品の場合、生産ラインではまず、消費エネルギーの把握と「見える化」が必要になります。つまり、あらゆる生産プロセスからエネルギーデータを収集する必要があるのです。三菱電機の福山製作所では、工場全体から生産

ラインや個々の装置に至るまで、細部にわたってデータを把握するようにしました。

また、もう1つの重要なポイントは、データの計測頻度を高めたという点です。トラブル発生時など、複数の工程や装置で発生した事象の関連性を解析して早期に原因究明する必要があるためです。

ただ、残念ながら技術だけではすべてを解決できません。トップダウンで明確な方針を展開するだけでなく、全員が同じ目標に向かって現状の課題を共有し、同じデータを見られるようにすることが重要です。

手順は簡単です。課題を「見える化」し、原因を特定し、行動を起こす…まさにPDCAを回すということです。



価格競争力が求められる遮断器のような製品は生産コストの削減が重要

### 事例2：回路基板ライン

次の例は、EPU分析が直接的に貢献した事例です。複数の設備や生産ラインで頻繁にライン停止（チョコ停）が発生するため、生産ラインの実際のエネルギー消費量を把握するのが難しいといった課題がありました。

事例1同様、まずはデータ収集から着手しました。エネルギーのみならず、生産、設備、品質およびエラーなどのデータも追加で収集しました。これらのデータをリアルタイムで収集するため、エッジコンピューティングにより生産ライン側でのデータ処理、タイムスタンプ、フィルタリングなどを実現しました。

当初、生産現場では膨大な量のデータやグラフを分析しきれず、全容の把握は容易ではありませんでした。しかし、EPU分析を導入すると、生産量が落ちているにもかかわらずエネルギー消費量が増加した時点を特定できるようになり、生産エラー情報や品質情報などと照らし合わせた結果、次のことがわかりました。

- 装置の稼働準備開始が朝早すぎる。
- 部材の不足により頻繁にライン停止が発生した。
- 保守作業者全員が一斉に休憩を取るため、装置トラブル時のダウンタイムが長期化した。

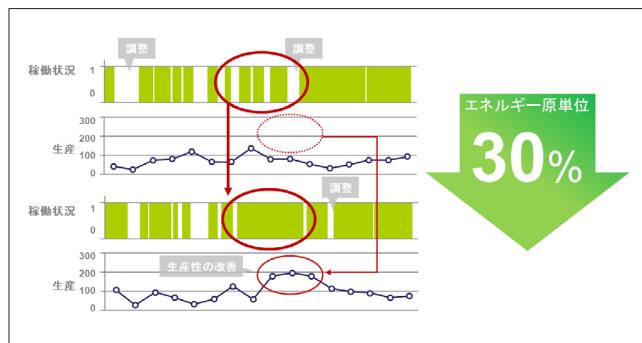
エネルギー消費量が最も多かったのは硬化炉でした。しかし、一定の温度を保つ必要があり、設備を稼働開始してから既定の温度に

到達するまでに時間差があるため、エネルギー消費量の削減は容易ではありません。EPU分析の結果、硬化炉の稼働率を高める、つまり、利用していない時間を減らす必要があると判断しました。



まれに発生する事象が複数重なることもあり、原因究明のためには情報をしっかりと把握し分析する必要がある

生産する機種を切り替え際には、生産は止まりますが、エネルギーは消費され続けます。このような「切り替え」の際の非生産的な時間を最小限に抑えるため、切り替え回数の削減とダントンタイムの低減を目的に、生産計画システムと連携させた段取替え支援システムを導入しました。その結果、エネルギー消費量を30%削減することに成功したのです。



生産切り替え時間の削減により、30%の省エネを実現

### ■ 事例3：エネルギーデータを活用した予防保全

万が一、装置が故障した場合、生産停止などによりエネルギー消費に変化が生じます。これを逆に捉え、エネルギー消費量を指標として利用することで、故障の予兆を事前に把握できます。

例えば、モーターのベアリングが乾燥したり損傷したりすると、摩擦が増加し、エネルギー消費が増加します。したがって、エネルギー消費量は、モーターの状態を示す指標になります。

簡単な事例をご紹介します。福山製作所の電子機器の生産ラインにおいて、核となる真空ポンプが故障した際、当初3～5年程度の期待寿命が想定されていたため、真空ポンプを駆動するためのモーターが原因であるとは誰も予想せず、原因の特定に苦慮しました。そこで、モーターの消費電力を監視し、そのデータを予知保全の指標として使用することで、設備稼働率を改善しました。センサーなどを追加する必要がなく、既存のデータを使用するだけのシンプルなソリューションでした。

### ■ 事例4：小さな変化が大きな成果をもたらす

最後に紹介するのは、前述の3つの事例を通じた行動の変容による成果です。

照明をこまめに消したり、エアコンの設定温度を1～2度調節したり、モーターの摩耗をチェックしたり、根本的な原因を特定したり、といった地道な改善活動が最終的には大きな変化をもたらしました。

福山製作所は各種省エネ施策の結果として、ピーク時の契約電力量を約1,700kW削減することに成功しました。1,700kWといえば、3.4ヘクタール程度の小規模な太陽光発電所と同等で、削減コストは約1億円に相当します。

そして、生産台数1台あたり14.3円だったエネルギー原単位は62%減少し、わずか5.5円になりました。

そして、このような省エネの取り組みを体系的に実現するには、小さな取り組みから始め、投資対効果を検証しながら大きなプロジェクトへとスケールアップしていくことが重要なのです。

### ■ 最後に

誰もが省エネの専門家というわけではないため、三菱電機では自らの製造現場で得られたノウハウを集約し、省エネパッケージとして提供しています。また、技術懇談会や工場視察も積極的に受け入れており、今後もお客様の課題解決を支援してまいります。

**三菱電機株式会社**

〒110-8310 東京都千代田区丸の内2-7-3 (東京ビル)

三菱電機 FA

検索

[www.MitsubishiElectric.co.jp/fa](http://www.MitsubishiElectric.co.jp/fa)

メンバー  
登録無料!

インターネットによる情報サービス「三菱電機FAサイト」

三菱電機FAサイトでは、製品や事例などの技術情報に加え、トレーニングスクール情報や各種お問い合わせ窓口をご提供しています。また、メンバー登録いただくとマニュアルやCADデータ等のダウンロード、eラーニングなどの各種サービスをご利用いただけます。