

国際規格によるエネルギー削減量算出ガイド

～EnMSマネジメントレベル標準化のためのEPIS算出ガイド～

EPIS : Energy Performance Improvement Score

本書は、省エネ法の定期報告書を提出している組織が、ISO 50001シリーズの中のISO 50047を使って、エネルギー削減量の計算を行うためのガイドブックです。
ISO 50047は、組織の達成したエネルギー削減量の特定のための技術的なルールを標準化したものです。本書ではこの規格で定められた「組織ベース」の手法を用い、組織のエネルギー削減量の定量化方法を解説します。

JEITA

Japan Electronics and Information Technology Industries Association

一般社団法人電子情報技術産業協会

はじめに

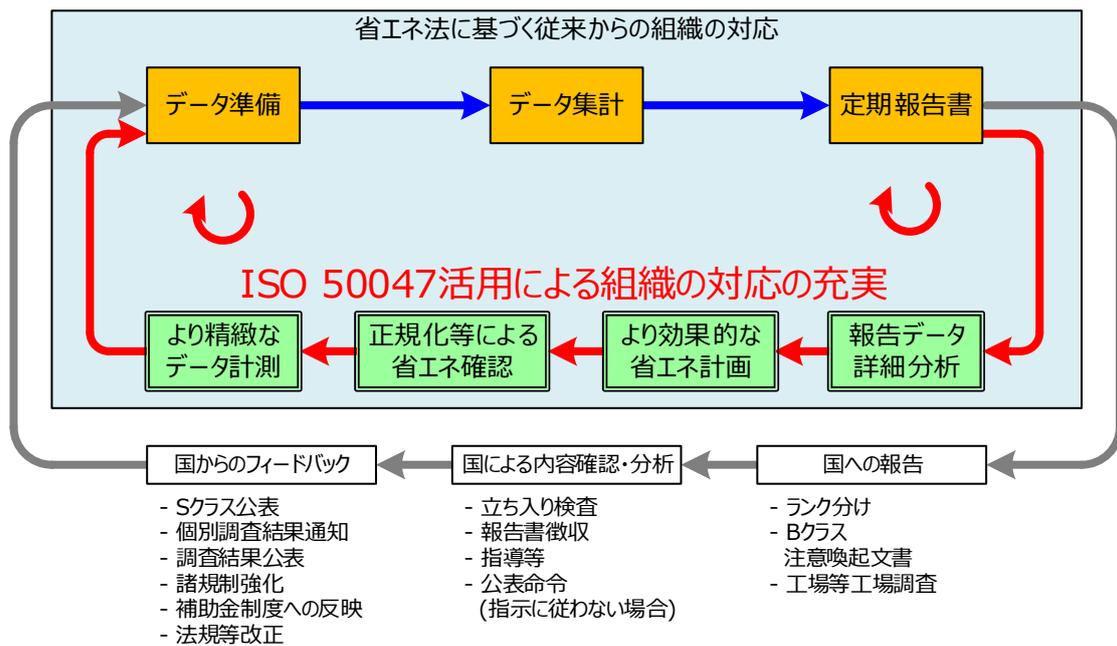
ISO 50047は、組織(境界内)でのエネルギー使用量の変化や、組織(境界内)で測定されたエネルギー効率改善活動(EPIA: Energy Performance Improvement Action)によるエネルギー削減量の集計を通じた組織(境界内)のエネルギー削減量の計算方法に関する国際規格です。組織のエネルギー削減量の計算では、ベースラインに定義した期間のエネルギー消費量と、それに対応したレポート期間のエネルギー使用量を比較します。その際に省エネ法と同様の「複数種類のエネルギー消費量を一つの単位に集計する方法」に加え「エネルギー使用量を正規化し、同条件で集計する方法」などのように省エネ法にはなかった新しい視点についても説明されています。

省エネ法に基づき省エネを推進してきた日本企業にとって、ISO 50047に基づく組織単位の国際省エネ規格は非常に取り組みやすいと言えます。例えば省エネ法の定期報告書で使われているデータをそのまま用いて、エネルギー削減量を計量するようなことが考えられます。省エネ法が特に重視するエネルギー消費原単位の低減に加え、ISO 50047によるエネルギー削減量の特定を加味することで、省エネ施策の効果を「金額」に換算して経営層に省エネ効果を伝えることで、省エネ活動が活性化されます。

近年では省エネ法も、パリ協定を踏まえて規制強化され、定期報告書に基づくランク分け制度も始まっています。下図に示すように、省エネ法にISO 50047を組合せて、より精緻な省エネを推進していくことにより定期報告書の報告値を改善し、Sクラス、Aクラスの高いランクを維持していくことも期待できます。

私たちは、新たに「EnMSマネジメントスコア」という規格を開発中です。これは、省エネ活動を数値化して他組織と比較することができ、ISO 50001の認証を受けた組織でも、認証を受けていない組織でも活用することができる規格を目指しています。本書で解説するISO 50047に基づく省エネ量の計算は、この規格の評価項目のひとつであるエネルギー効率改善スコア(EPIS: Energy Performance Improvement Score)の算出にも活用できるものです。

本書は、省エネ法を日々実践している方々を対象読者としており、皆様が、本書を参考に「儲かる省エネ」を推進し、より大きな利益が得られることを心から願っています。



省エネ法の仕組みにISO 50047の仕組みを追加したフローチャート

事前準備

ISO 50047による省エネ量の一つの計算方法は、省エネ法の定期報告書値をそのまま使うことです。法対応のために集められたデータをそのまま使うことができ無駄作業がなく、特定事業者あるいは指定工場にとって、最も取り組みやすいと考えられます。

まずはここから始めましょう。そしてこれを順次発展させて、いろいろな考え方にチャレンジして行くといいでしょう。表面的な定期報告値だけ考えているよりも改善が期待できます。これこそが省エネ法の本来の主旨に沿うものであり、また定期報告値の改善にもつながることが期待されます。

例えば、組織が自主的に決定した単位でエネルギーの集計を把握し、この単位で改善を図っていけば、最終的に特定事業者全体あるいは指定工場全体として集計された定期報告値の改善にもつながると考えられます。

ISO 50047と省エネ法(定期報告書)の関係

項目	ISO 50047	省エネ法 (定期報告書)
対象とするエネルギー	電気、燃料、熱等のエネルギー <ul style="list-style-type: none"> 国による法規制や国情の違い等に対応するため、ある程度の自由度が許容されている 例えば、非化石エネルギーを含む方法も認められている 	電気、燃料、熱等のエネルギー <ul style="list-style-type: none"> 基本的にはISO 50047と共通 ただし化石エネルギー起源に限る点には注意 その他細部は政省令で規定されているので、これに準拠すれば良い
エネルギー使用量の集計方法	対象としている範囲内のエネルギー使用量を集計 (組織が決定：定期報告書に合わせることもできる)	組織（事業者単位、事業所単位）のエネルギー使用量の合計
集計したエネルギー使用量の単位	熱量J、kWh換算、原油換算値(kl) など (組織が決定)	<ul style="list-style-type: none"> 基本的にはISO 50047と共通 ただし最終的には原油換算値(kl)に換算
対象となる範囲(バウンダリ)	ロケーションに基づく組織全体 組織体制に基づく組織全体 個別のEPIA毎に基づく組織全体 ※複数のEPIAにおけるエネルギー削減量のダブルカウントの削除などの考慮が必要 (組織が決定)	特定事業者全体： 設置している全ての工場・事業所の年間のエネルギー使用量の合計が1,500kl(原油換算)以上である事業者 エネルギー管理指定工場： エネルギー使用量が1,500kl(原油換算)以上の工場・事業場 【参考】省エネ法の中長期計画書では、個別省エネ計画の期待省エネ量、実績省エネ量について具体的な定めがないので、ISO 50047のEPIA毎の計算手法の応用が期待できる。
指標	エネルギー削減量 (共通単位などは組織が決定)	エネルギー消費原単位 (エネルギー使用量をエネルギーの使用量と密接な関係を持つ値で除した値)
ベースライン期間	典型的には1年間 エネルギー使用量変動パターンを勘案して組織が自主的に決定することになっている。 (1工程単位、1か月、スキー場等の1シーズン単位等が考えられる)	1か年単位で報告と決められている。
同等の条件での比較	エネルギー削減量の計量で求められる精度等や条件の変動等により組織が自主的にモデル設定して比較。 比較指標として原単位を用いることで、同等条件で比較とすることも認められている。ただしベースロードを無視したことになり、余り推奨されていない。	エネルギー消費原単位で代用 (原単位は、エネルギー使用量をエネルギーの使用量と密接な関係を持つ値の単位量で正規化された値とみなすこともできる。) ISO 50047の併用で、ベースロードの影響評価、対策検討等を通じ、原単位改善につながることが期待される。

エネルギー削減量定量の目的

エネルギー削減量の計算をする前に、計算結果をどのように活用するかを明確にすると良いでしょう。その活用方法に応じて、適切なエネルギー削減量の単位、精度などを明確にすると良いでしょう。

エネルギー削減量を定量化する目的には、以下のような項目が挙げられます。このような目的に応じて、エネルギー削減量の単位として熱量(MJ)、原油換算(kl)、削減率(%)など、適切な単位が選択されています。

- ① 社会貢献アピール : 企業の年次報告に「エネルギー-xxMJ(yyyy年比)削減達成」など
- ② 海外への企業アピール : 国際規格に沿った形で表現することで、国際的な評価を得る
- ③ 省エネ法年次報告 : 国内法規の順守により、義務を果たす

近年、企業の省エネを評価する取り組みが始まっており、①②のような社会貢献や企業のCSRの向上が特に評価される傾向にあります。

また省エネ法に基づく定期報告書等も元来は民間の省エネを後押しする奨励法でしたが、近年はパリ協定対応等をはじめ国際情勢の変化等により原単位低減等の規制も強まっています。

こうした中、単に③法の遵守と言う守りの省エネにとどまらず、①、②等の自主的、積極的な取り組みにISO 50047を併用した攻めの省エネ、儲かる省エネに取り組まれてはいかがでしょう。

エネルギー削減量を定量するアプローチ

ISO 50047では、エネルギー削減量を定量するためのアプローチには2種類あります。ひとつは、企業や組織(境界)内の部署やビルなど管理単位ごとのエネルギー使用量からエネルギー削減量を算出する方法で、「組織ベースアプローチ」と言われます。もうひとつは、各EPIAのエネルギー使用量から組織のエネルギー削減量を算出する方法で、これは「EPIAベースアプローチ」と言われます。EPIAベースアプローチの合計値が組織ベースアプローチの合計になるとは限りません。ふたつのEPIAの効果が重複したり、検討したEPIA以外の要因によるエネルギー消費量の増減等があるからです。

省エネ法の定期報告値は基本的には組織ベースアプローチを適用することが便利ですが、両アプローチの集計結果を対比しながら、EPIA間のエネルギー削減量の二重計算分の削減や、想定外の要因によるエネルギー消費量の変動などを検証することによって更なる省エネの進展につながることを期待されます。

組織のエネルギー管理単位によるエネルギー使用量の集計方法の選定

省エネ法の定期報告書では基本的に特定事業者の事業者単位、指定工場単位でエネルギー消費量を集計することになっていますが、それにこだわらずに組織のエネルギー管理単位の実態に合わせ、エネルギー使用量を集計していくことも良い方法です。組織のエネルギー管理単位の例には以下のようなものがあります。

- 【組織ベースアプローチ】
- 組織全体のエネルギー使用量を一括管理
 - 建屋ごとにエネルギー使用量を管理している場合
 - 部署ごとにエネルギー使用量を管理している場合
- 【EPIAベースアプローチ】
- EPIAごとにエネルギー使用量を管理している場合

省エネ法定期報告書との対応関係等を検討するために組織ベースアプローチのエネルギー使用量の集計を行う場合、以下のようなエネルギーがないか確認をすると良いでしょう。

- 境界内でのエネルギーが貯蔵される場合
- 境界を横切ってエネルギーが輸出される場合
- 境界内で一次エネルギーが生成される場合

組織の方針

エネルギーの選択、エネルギー削減量の定量、境界の設定など、組織の方針(トップマネジメント)に沿って実施することとされています。ただし、各国の法規等を優先することになっていますので、省エネ法と連携させることには全く支障はありません。しかし近年はトップマネジメントのリーダーシップは極めて重要であり、省エネ法も事業者単位判断基準等ではこれを重視しています。ISO 50047はトップマネジメントの役割をさらに重視していますので、両者を組み合わせることは極めて有意義と言えます。例えば、予めベースライン期間/レポート期間も、定期報告書のための1年単位の集計に加え、トップマネジメントのリーダーシップに基づき、よりきめ細かくフォロー、レビューしていくと更なる省エネが期待できるでしょう。

エネルギー使用量の算出

エネルギー使用量の計算方法は省エネ法の定期報告書の計算方法と基本的に整合していますので、大変便利です。さらに、省エネ法では余り言及されていない詳細な計算手順も示されているので参考にすると良いでしょう。新たな視点でエネルギー使用量を見える化していくことは、今まで気が付かなかった省エネシーズの発見につながるかもしれません。

使用量の計算

エネルギー使用量の計算では、メータの検針、使用期間の特定、組織内に貯蔵するエネルギーを考慮します。エネルギー使用量は、メータから直接読み取ることができる場合もありますが、圧力、温度、体積、流量、熱量値などの検針データから、エンジニアリング式や変換係数を用いて計算する場合があります。エネルギー供給者からの請求書の記載データがあれば、それを参照するののも一つの方法です。

燃料のエネルギー量は、密度や成分の発熱量など考慮する必要があり、使用量等（m³、リットル又はトンなど）に供給者から得られる変換係数を乗じることでエネルギー単位へ変換することができます。我が国では、特殊な燃料を除けば変換係数は省エネ法で定められていますので、これを適用すれば良いでしょう。

レポート期間内のエネルギー使用量は、一般には、次のような計算によって算出されます。

エネルギー使用量 = 外部からの購入量 + 開始時の貯蔵量 - 終了時の貯蔵量

検針日と使用期間の差異について

一般に、実際の検針日がレポート期間の開始時と終了時と同じ日であることはまれです。また、終了時であってもその日のエネルギー使用が終わった時点での検針は難しいことかと思われます。エネルギー使用量は、実際に検針した日のデータに基づいて、使用期間に合わせて推定することになります。

貯蔵するエネルギーの計算

貯蔵するエネルギーの計算は、メータから直接読み取ることができたり、エネルギー供給者から請求書を利用することもあるかもしれませんが、一般にはメータのような測定器で読み取られる圧力、温度、体積、流量、熱量値を含むデータから、エンジニアリング式や変換係数を用いることによって求められます。

エネルギーの統一単位への換算

エネルギー使用量を算出するにあたっては、組織内において、測定されるエネルギー（例えばジュール、kWh、Mtoe、英熱単位）の単位を統一する必要があります。単位を統一することによって、複数のエネルギータイプの消費量の相対的な比較や集計をすることができるようになります。選択した統一エネルギー単位への変換係数については、組織内で同様に使うものであり、文書化しておく必要があります。

また、「一次エネルギー」ベースと「配達されたエネルギー」ベースのどちらで計算されるかを決める必要があります。この選択は国によっては適用可能な法的基準化か他の要求に基づくかもしれません。我が国の省エネ法の定期報告書の場合は一次エネルギーへの換算が基本であり、換算係数は法定値を適用することが必要です。

更なる省エネを目指すためには、部門単位、工程単位、製品系列単位等、出来るだけきめ細かく組織を分割して分析をすると良いでしょう。特定事業者や指定工場等の内部の組織のエネルギー使用量の算出については必ずしも法定値を使用する必要はありません。組織によって使われるエネルギーの特定のタイプが、「一次エネルギー」として記述されているかどうかは、産業の習慣によることや、その他の要求などによることもあります。

エネルギーの各種類の換算値を特定する

エネルギー使用量を算出する統一単位を共通単位に合わせて変換します。省エネ法の定期報告書については、最終的に原油換算kL（キロリットル）に統一することが定められており、その換算係数も特殊な場合を除き法定値が準備されていますので、それを適用すると良いでしょう。再生可能エネルギーは、省エネ法ではエネルギーに計上しないでも良いことになっているため、換算係数がゼロとなりますが、必要に応じ目的に合わせて設定しても良いでしょう。

データの正規化

データの正規化は、ベースライン期間とレポート期間のエネルギー使用量を同等条件で比較するために行われます。エネルギー使用量は、外気温度や生産量、利用者数などによって影響を受けます。エネルギー効率向上の努力の結果が正しく把握するには、エネルギー使用量からこれらの影響による変動を減らす必要があります。

ベースライン期間、レポート期間の定義

省エネ法の定期報告書は1年単位でエネルギー使用量を集計することが決められています。ISO 50047ではベースライン期間/レポート期間の長さはエネルギー使用条件の変動周期等を勘案して組織が自主的に判断して適切に設定すれば良いことになっています。省エネ法と同じ1年単位とすれば、省エネ法での定期報告書のデータをそのまま使うことが出来ます。

1) ベースライン期間

組織がエネルギー効率向上の活動を始めた日から1年間、または、エネルギー効率向上の目標を定めている組織ではその目標の基準年を設定する。例：10年前の3月12日から1年間、2012年度（2012年4月1日～2013年3月31日）など

2) レポート期間

ベースライン期間の日にちと合わせた、最近の1年間を設定する。例：昨年の3月12日から1年間、2018年度など

これらの期間は、期間として設定された理由も含め、明確に文書化するとよいでしょう。

エネルギーベースラインの特定

エネルギーベースラインは、エネルギー削減量を定量する場合の基準となる値になります。もし、組織全体でエネルギー削減量を定量する場合は、ベースライン期間の組織全体のエネルギー使用量を示す単一のエネルギーベースラインが設定されることとなります。もし、事業所、部署ごとで分割してエネルギー削減量を定量する場合は、その分割部分それぞれに、エネルギーベースラインが必要となります。

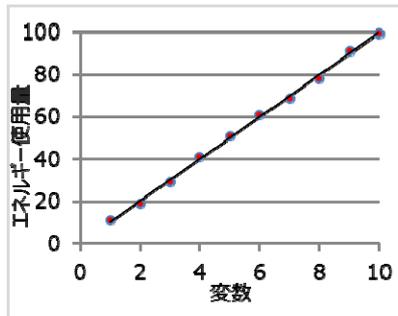
エネルギーベースラインの特定では、特定したエネルギーベースライン期間とレポート期間でエネルギーの使われ方に大きな差異がないことを確認するとよいでしょう。例えば、ベースライン期間では、運輸部門を組織の中に所有していたにもかかわらず、レポート期間では、運輸部門を外注している場合があるでしょう。このような場合は、ベースライン期間での輸送分のエネルギー使用量をなくす、または、レポート期間の輸送会社のエネルギー使用量も組織のエネルギー使用量として計上するなどの対応が考えられます。

なお、もしベースライン期間とレポート期間で、エネルギーの使われ方が大きく異なって正規化が難しい場合は、ベースライン期間の特定を見直すことも必要になるでしょう。

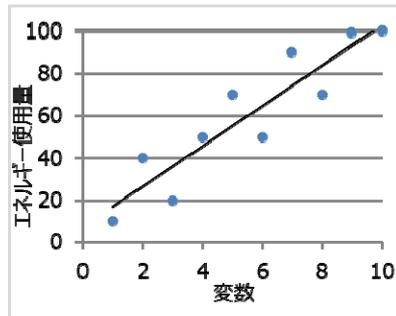
エネルギー使用量に影響する値の特定

エネルギー削減量の定量では、前述の組織のエネルギー使用量を算出する方法に基づき、組織の全エネルギー使用量の合計を使用します。さらに、エネルギー使用量に影響を与える関連変数についても検討します。関連変数には、ベースライン期間の生産量、温度、利用者数などの変数が候補に考えられます。次図のように、エネルギー使用量と各変数を散布図にプロットし、その変数がエネルギー使用量と関連性がないかを確認しましょう。もし、ベースライン期間の関連変数のデータが不十分な場合、後述のエネルギー使用量の定量方法の選択で対応できる場合があります。

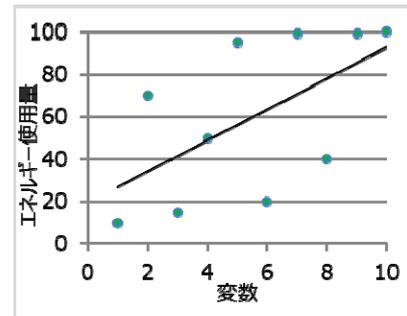
※ この場合のエネルギー使用量データは、ベースライン期間やレポート期間を1年とする場合でも、必ずしも1年単位でなくても構いませんが、最終的に1年単位に換算すると便利です。この場合、生産量や利用客数等の関連変数については、エネルギー使用量と共通の単位（1年でも、1か月でも、1時間でもかまいませんが）とするとわかりやすいです。過去数年分の定期報告データがある場合には、これを用いてエネルギー使用量と原単位の分母の関係を検討してみるのも一つの方法です。



(a) 関連性が強い変数の例



(b) 関連性が疑われる変数の例



(c) 関連性が無い変数の例

エネルギー使用量と変数の関連の確認

正規化の方法とその選択

ISO 50047では、正規化の手法として以下の3種類が定義されています。

- ・ レポート期間基準方法 (Forecast)
- ・ ベースライン期間基準方法 (Retrospective)
- ・ 標準条件基準方法 (Reference Conditions)

組織のエネルギー使用量や関連変数のデータがどの程度あるかにより正規化手法を選ぶと良いでしょう。例えば、エネルギーの使い方がベースライン期間に設定した年から大きく変わっておらず、かつ、ベースライン期間、レポート期間それぞれで正規化に必要なデータが揃っている場合は、レポート期間基準方法を活用すると良いでしょう。この場合では、レポート期間のエネルギー使用量は基準として、そのまま使い、ベースライン期間のエネルギー使用量を正規化します。ベースライン期間の計算モデルを一度作れば、そのモデルにレポート期間の条件を当てはめればエネルギーベースラインとすることができるからです。

しかし、ベースライン期間のデータが計算モデルを作るには不十分なことが多々あるでしょう。その場合は、ベースライン期間基準方法を活用すると良いでしょう。この手法では、ベースライン期間を基準として、エネルギー使用量データは、そのまま使います。また、レポート期間のデータを用いた計算モデルにベースライン期間の条件を当てはめたものを、正規化されたレポート期間のエネルギー使用量とします。レポート期間であれば、関連変数などのデータが計算モデルの設定に不足する場合は、新たにデータを収集することも可能です。

正規化で作成する計算モデルについては、どの程度の精度が必要か、組織が定めておく良いでしょう。ただし、高精度な計算モデルでは、多くの関連変数、複雑な数式モデルが必要になることもあります。このため一般的に、高精度な計算モデルの構築には、多額の費用が掛かることもありますので、注意が必要です。

また、近年では、IoTなどにより関連変数となるデータの取得が容易になっていますし、AIを活用し数式モデルを作る取り組みも盛んです。これらを活用しても良いでしょう。

省エネ法の定期報告では1年単位のエネルギー消費量を集計して報告することになっています。過去数年の定期報告書の年単位データがあるような場合には、これを用いてベースライン期間の計算モデルを検討することができます。また原単位の分母として用いた関連変数とエネルギー使用量との相関から計算モデルを設定することができます。計算モデルの設定方法としては、既存のデータをそのまま活用できる最も簡単な方法です。このモデルにレポート期間の1か年の関連変数を当てはめてみれば、仮に省エネレベルがベースライン期間のままであつたら、1年間のエネルギー使用量がどうなったであろうかという推算ができます。

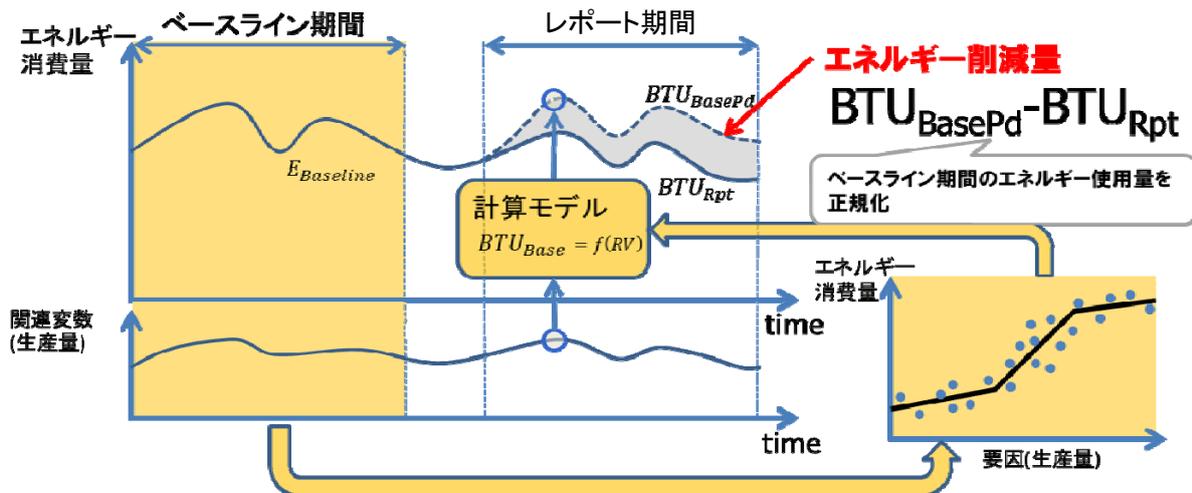
より精緻には、時々刻々、あるいは日単位、月単位のエネルギー使用量等のデータを、細かく計測して正規化のためのモデルを検討していくことが望ましいと言えます。しかし組織のエネルギー使用は極めて多様であり、その全てについて時々刻々の精緻なデータを得ることは、現実的には困難です。

省エネ法の定期報告書では特定事業者全体、指定工場全体としての1年単位の法定期間の集計値を報告することを求めています。しかし、これに加え設備単位（個別設備ごとに分離することが適当ではない場合にあつては、設備群単位又は作業工程単位）によるきめ細かいエネルギー管理を徹底することを求めています。つまり、特に報告には及ばないものの、1年という期間にこだわらずに出来るだけきめ細かいエネルギー管理を行うことが強く求められていると言えます。ISO 50047も1年単位でエネルギー管理をすることができますが、もとよりそれに限定しているわけではなく、対象組織の特性に対応して柔軟に対応することができます。

レポート期間基準方法

この方法では、ベースライン期間のエネルギーの使われ方をした場合、レポート期間でどのくらいのエネルギー使用量になるかを予測します。次に、この予測結果とレポート期間のエネルギー使用量の実績値との差から、エネルギー削減量を計量する手法です。ここでは、時々刻々のデータ等による一般的な計量手法について説明しますが、省エネ法の定期報告書のように組織全体の年単位のエネルギーを取り扱う場合でも、基本的な考え方は共通です。

下図に計算方法を示します。まず、ベースライン期間のエネルギー使用量と関連変数を分析し、計算モデルを作成します。この計算モデルにレポート期間の関連変数を代入し、ベースライン期間のエネルギーの使われ方をした場合のエネルギー使用量を予測します。図中の点線部分がその予測値になります。点線と実際のエネルギー使用量の差がエネルギー削減量となります。

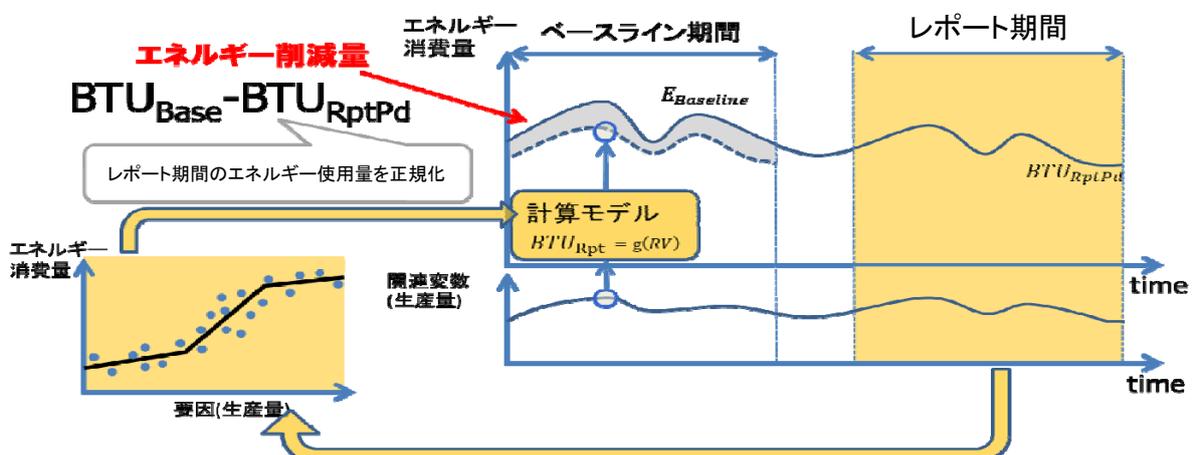


レポート期間基準方法によるエネルギー削減量の定量方法

ベースライン期間基準方法

この方法では、ベースライン期間において、もしレポート期間のエネルギーの使い方をした場合(つまり生産量の関連変数がレポート期間と同じだった場合)どのくらいのエネルギー使用量になるかを算定します。次に、これとベースライン期間のエネルギー使用量の実績値との差から、エネルギー削減量を計量する手法です。

下図に計算方法を示します。まず、レポート期間のエネルギー使用量と関連変数を分析し、計算モデルを作成します。この計算モデルにベースライン期間の関連変数を代入し、レポート期間のエネルギーの使われ方をした場合のエネルギー使用量を算定します。図中の点線部分が、その算定値になります。点線と実際のエネルギー使用量の差がエネルギー削減量となります。



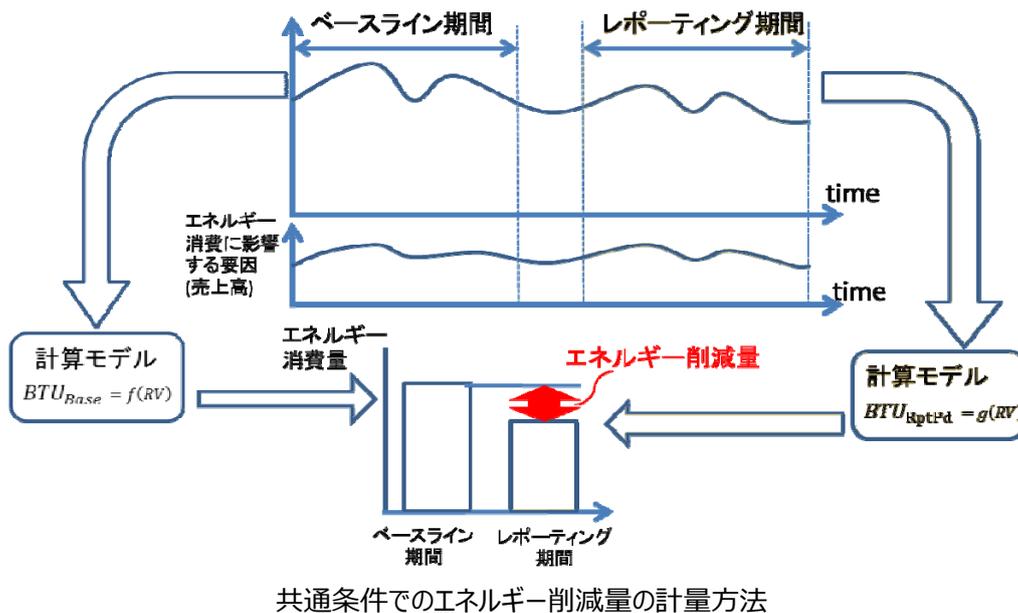
ベースライン期間基準方法によるエネルギー削減量の定量方法

コラム：省エネ法 エネルギー消費原単位での比較方法

省エネ法では、報告する年と過去のエネルギー消費原単位同士を比較し、改善率を算出しています。この手法を用いて、エネルギー削減量を計量する方法について述べます。

エネルギー消費原単位は、1年間のエネルギー使用量をそのエネルギーの使用量と密接な関係を持つ値で除した値とされています。つまり、ひとつの関連変数でエネルギー使用量で正規化した計算モデルとして考えることもできます。この場合、関連変数をベースライン期間に統一しても良いですし、レポート期間に統一することもできます。また、定格生産量などの標準条件にそろえることもできます。

下図に示すように、ベースライン期間、レポート期間それぞれで正規化し、共通の値を各計算モデルに代入し、比較した結果がエネルギー削減量となるこの手法は、ISO 50047の標準条件によるエネルギー削減量の計算のアプローチと同様といっても良いでしょう。



一般的に用いられる計算モデルの例

一般的にエネルギー削減量に用いられる計算モデルの一般的な例を示します。

- 1) $E = bx$ E : エネルギー使用量、 b : 係数、 x : 関連変数

関連変数が一つの計算モデルです。分母に変数を設定しているエネルギー消費原単位は、この計算モデルに該当します。変数が一つなので、簡単に導入することができます。しかし、ベースロード（変数の影響を受けず、一定量のエネルギーのこと。例えば、部屋の照明設備などのエネルギー使用量が該当する。）の影響を避けることは、このままでは不可能です。

- 2) $E = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_nx_n$ E : エネルギー使用量、 x_i : 関連変数、
 b_0 : ベースロードあるいは関連変数に影響しないエネルギー使用量

ベースロードや関連変数の影響を表した計算モデルです。

一つの関連係数をもつ、 $E = b_0 + b_1x$ は、しばしば用いられます。

このような計算モデルは、多変量解析などで求めることができます。

- 3) $E = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1^2 + b_5x_2^2 + b_6x_3^2 + b_7x_1x_2 + b_8x_2x_3 + b_9x_3x_1$

このような複雑な計算モデルや非線形な計算モデルの場合もあります。

計算モデルの見直し（非定常な調整）

エネルギーの使用が変われば、計算モデルも変わります。エネルギーの使用が大きく変わる例には、原料の変化、生産プロセスの変更、新事業の開始や一部事業の外部委託などが挙げられます。このような大きな変化が起きた場合、例えばベースライン期間の計算モデルにレポート期間の関連変数を代入することで算出されたエネルギー使用量が正規化されたベースラインエネルギー使用量としてはもはや適切ではなく、レポート期間の実際のエネルギー使用量との差を調べても、これが真の省エネ量とは乖離することがあります。そのような場合は、計算モデルの見直しを行う必要があります。さらに、関連変数が、ベースライン期間やレポート期間のうち、少なくとも片方の期間で異常な変化をした場合も計算モデルを見直す必要があります。

このような計算モデルの修正を行うかの判断を行うために、エネルギーパフォーマンスに影響するものの日常的に変化しないことが確認されている要因である静的要因を、あらかじめ挙げておく必要があります。さらに、この静的要因が変化しないこと、関連変数が異常な値になっていないことを常に確認するとよいでしょう。

また、静的要因が変化した場合や、関連変数が異常な値になったときの対応のため、計算モデルを見直すための対応をあらかじめ決めておくといでしょう。

コラム：エネルギー消費原単位からのISO 50047の導入方法

前のコラムでも述べたように、エネルギー消費原単位は、関連変数がひとつの正規化の計算モデルと考えることができます。前のコラムでは、定格生産能力等を用いる標準条件基準法について紹介しましたが、省エネ法の報告する年(レポート期間)の原単位を基準とし、その1年前のエネルギー消費原単位の分母（エネルギーの使用量と密接な関係を持つ値）の代わりに、省エネ法の報告する年のエネルギー原単位の分母を代入する方法を考えてみるのも良いでしょう。これはISO 50047のレポート期間基準法に相当します。

次のステップでは、エネルギー使用量のベースロードを分析し、正規化の計算モデルを下記の式のようにするとより細かい精度でエネルギー削減量が算出できるでしょう。

$$\text{エネルギー使用量} = b_0 + b_1 x_1 \quad b_0 : \text{ベースロード、} \quad b_1 : \text{係数、} \quad x_1 : \text{関連変数}$$

例えば、表計算ソフトで関連変数とエネルギー使用量のグラフを書き、近似式を算出すると簡単に上記のような計算式を算出できます。このように少しずつ計算モデルを複雑化していくと、より精度の高いエネルギー削減量を計量できるようになるでしょう。

削減量の計算

削減量計算の概要

エネルギーの削減量は以下のように定義されます。

エネルギー削減量 = ベースライン期間のエネルギー使用量 - レポート期間のエネルギー使用量

エネルギー使用量は、「エネルギー使用量の算出」で解説したようにエネルギー単位が統一されていることで、単純な計算で削減量を定量化できます。また、「データの正規化」で解説したように正規化が行われていることで、エネルギー使用量に影響を与える関連変数の影響を除外し、同一の条件下で比較できるようにしています。

ここで、同一の条件として、①レポート期間基準方法、②ベースライン期間基準方法、③標準条件基準方法の3通りがあります。以下に①及び②の2通りの計算方法を解説します。

※ 各計算方法の詳細については、P8を参照ください。

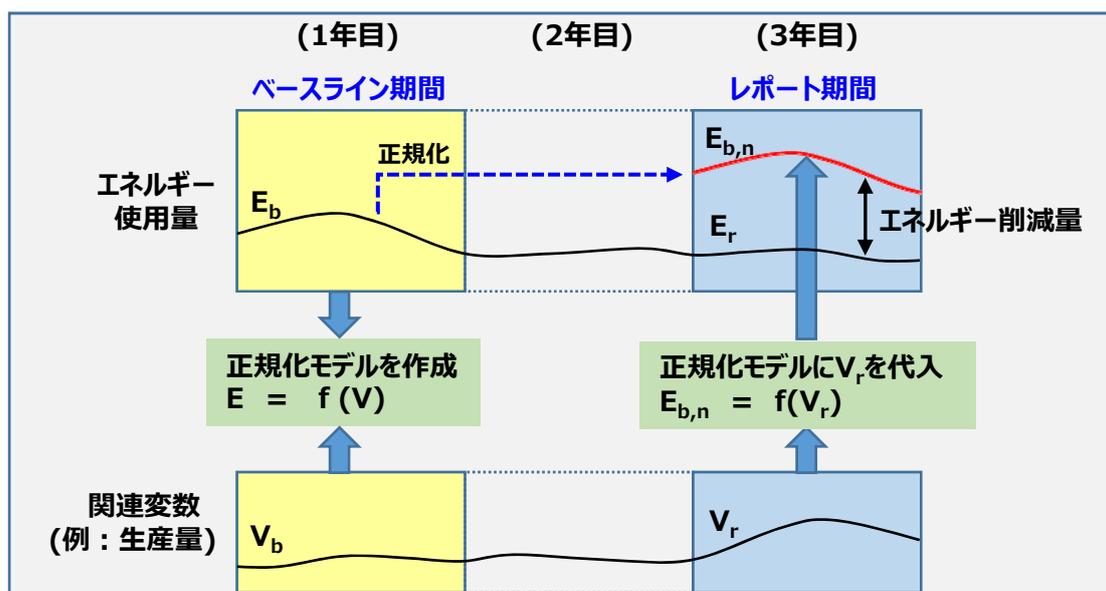
削減量の計算方法（レポート期間基準方法）

この方法では、関連変数とエネルギー使用量のレポート期間のモデルを用いて、レポート期間の条件であったとした場合のベースライン期間のエネルギー使用量を求め、これとレポート期間のエネルギー使用量からエネルギー削減量を計算します。

$$\text{エネルギー削減量} = E_{b,n} - E_r$$

※ $E_{b,n}$: レポート期間の条件に正規化されたベースライン期間のエネルギー使用量

E_r : レポート期間のエネルギー使用量



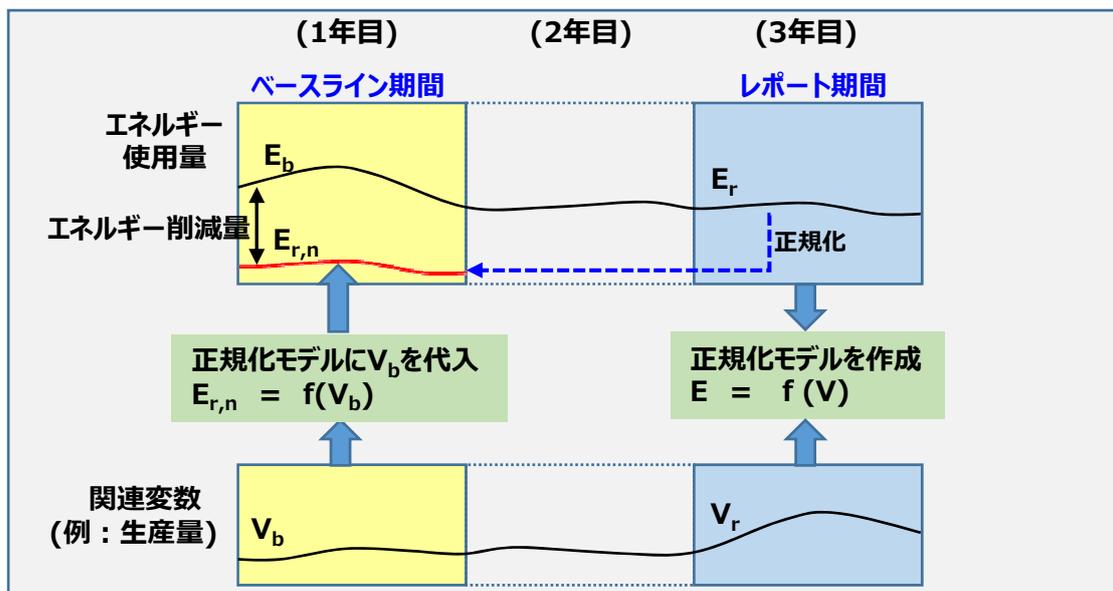
削減量の計算方法（ベースライン基準方法）

この方法では、関連変数とエネルギー使用量のモデルを用いて、ベースライン期間の条件であったとした場合のレポート期間のエネルギー使用量を求め、これとベースライン期間のエネルギー使用量からエネルギー削減量を計算します。

$$\text{エネルギー削減量} = \Sigma E_b - \Sigma E_{r,n}$$

※ E_b : ベースライン期間のエネルギー使用量

$E_{r,n}$: ベースライン期間の条件に正規化されたレポート期間のエネルギー使用量



年間平均エネルギー削減率の計算方法

年間平均エネルギー削減率は、エネルギー削減量をベースライン期間のエネルギー使用量で割り、エネルギー削減率を算出します。さらに、このエネルギー削減率を省エネ活動期間※で割り、組織の年間平均エネルギー削減率を算出します。

$$\text{年間平均エネルギー削減率} = (E_{b,n} - E_r) / E_b / \text{省エネ活動期間} \quad \dots \text{レポート期間基準方法の場合}$$

または

$$\text{年間平均エネルギー削減率} = (E_b - E_{r,n}) / E_b / \text{省エネ活動期間} \quad \dots \text{ベースライン期間基準方法の場合}$$

※省エネ活動期間は、ベースライン期間終了時点からレポート期間終了時点までの期間
上図の例では、省エネ活動期間は2年間となります。

工場事例

X社のY工場は、第一種エネルギー管理指定工場です。Y工場では省エネ活動を行っているが、原単位が改善せずに困っていました。Y工場のエネルギー管理士は、省エネ施策の効果を把握するため、エネルギー削減量の計量を行ってみることにしました。

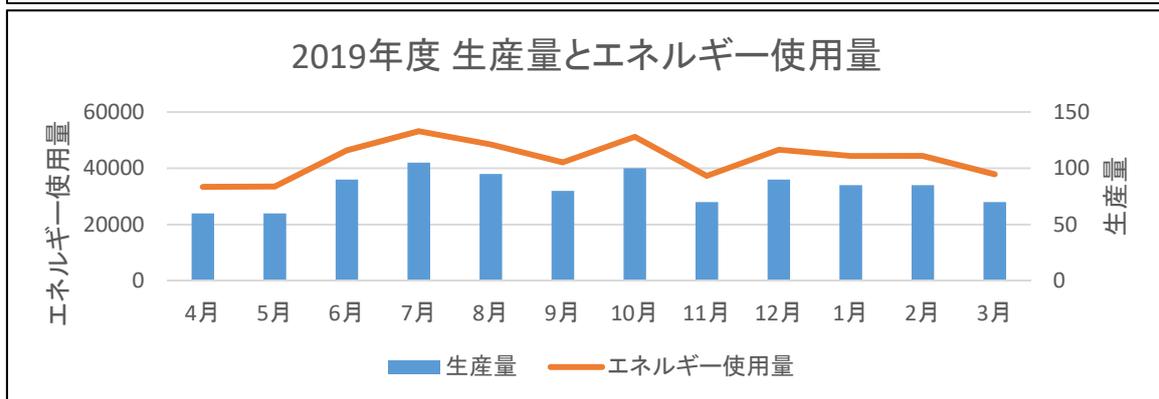
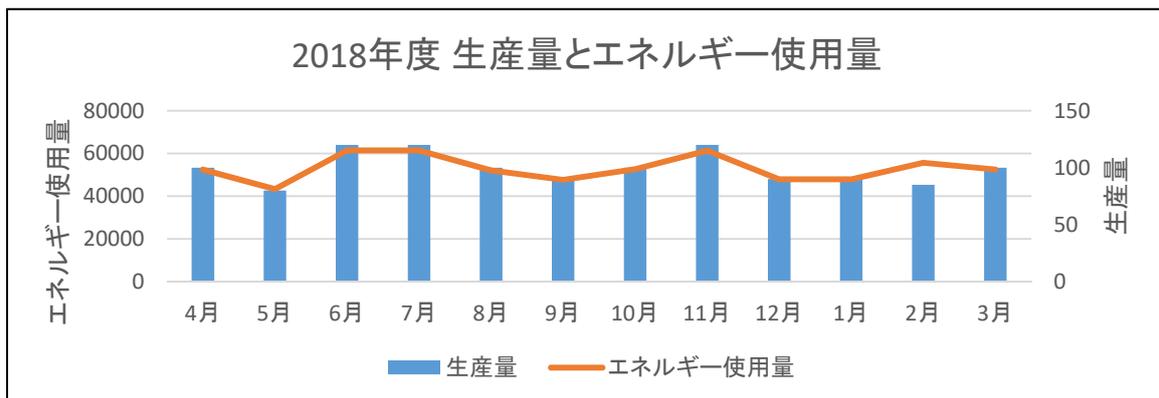
Y工場のエネルギー消費原単位

Y工場では、エネルギーの使用量と密接な関係を持つ値として生産量を設定しています。2018年度(ベースライン期間)と2019年度(レポート期間)の生産量とエネルギー使用量及びエネルギー消費原単位は、下表の通りでした。

ベースライン期間	2018年度 (ベースライン期間)												合計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
生産量	100	80	120	120	100	90	100	120	90	90	85	100	1,195
エネルギー使用量	52,400	43,280	61,400	61,640	52,040	47,660	52,640	61,280	47,900	47,900	45,650	52,520	626,310

レポート期間	2019年度 (レポート期間)												合計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
生産量	60	60	90	105	95	80	100	70	90	85	85	70	990
エネルギー使用量	33,400	33,500	46,600	53,200	48,500	42,100	51,200	37,300	46,600	44,400	44,400	37,900	519,500

エネルギー消費原単位	2018年度	626,310 / 1,195 = 524.11	前年度比 1.001↑
	2019年度	519,500 / 990 = 524.75	



2018年度と2019年度を比較した場合、エネルギー使用量は減少しているものの、同時に生産量も減少しています。ここからエネルギー消費原単位を計算すると、前年度比は $524.75 \div 524.11 = 1.001$ となり差異はなく、省エネに取り組んでいるにもかかわらず全く効果が出ていないという結果になりました。

よって、ISO 50047で推奨される、ベースライン期間基準方法により、分析を行うことにしました。

Y工場のエネルギー使用量の分析

Y工場のエネルギー管理士は、2018年度と2019年度のY工場のエネルギー使用量を分析し、関連変数が適切かを確認しました。また、工場と事務棟で分けて、エネルギー使用量を分析することにしました。

その結果、生産量に加えて稼働日数も影響することが判りました。また、さらに分析を進め、エネルギー使用量の計算モデルが以下であることが判りました。

$$\text{エネルギー使用量} = \text{生産量(関連変数1)} \times \text{係数A} + \text{稼働日数(関連変数2)} \times \text{係数B} + \text{固定分}$$

また、係数A、係数B、及び固定分のパラメータは下記のように計算されました。

ベースライン期間	2018年度（ベースライン期間）													合計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
関連変数1（生産量）	100	80	120	120	100	90	100	120	90	90	85	100	1,195	
関連変数2（稼働日数）	20	19	20	22	17	18	22	19	20	20	20	21	238	
係数A（関連変数1に影響）	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450		
係数B（関連変数2に影響）	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120		
固定分	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000		
エネルギー使用量 = 係数A×生産量 + 係数B×稼働日数 + 固定分	52,400	43,280	61,400	61,640	52,040	47,660	52,640	61,280	47,900	47,900	45,650	52,520	626,310	

レポティング期間	2019年度（レポティング期間）													合計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
関連変数1（生産量）	60	60	90	105	95	80	100	70	90	85	85	70	990	
関連変数2（稼働日数）	20	21	20	20	17	19	22	19	20	20	20	21	239	
係数A（関連変数1に影響）	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440		
係数B（関連変数2に影響）	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
固定分	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000		
エネルギー使用量 = 係数A×生産量 + 係数B×稼働日数 + 固定分	33,400	33,500	46,600	53,200	48,500	42,100	51,200	37,300	46,600	44,400	44,400	37,900	519,500	

Y工場のエネルギー削減量の定量

前述の計算モデルを、2018年度の関連変数に対し、2019年度の係数などのパラメータを代入し計算を行います。これは、2018年度実績に対して、2019年度の省エネに関する係数を使用した場合に、2018年度のエネルギー使用量がどのようになるかを計算したことになります。これにより、2019年度に行った省エネ施策が効果があったかどうかを検証できます。

レポティング期間のエネルギー使用量を正規化し、ベースライン期間の条件でエネルギー使用量を推測	2018年度（ベースライン期間）													合計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
ベースライン期間の関連変数1（生産量）	100	80	120	120	100	90	100	120	90	90	85	100	1,195	
ベースライン期間の関連変数2（稼働日数）	20	19	20	22	17	18	22	19	20	20	20	21		
レポティング期間のモデル	係数A（関連変数1に影響）	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440		
	係数B（関連変数2に影響）	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
	固定分	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000		
エネルギー使用量 = 係数A×生産量 + 係数B×稼働日数 + 固定分	51,000	42,100	59,800	60,000	50,700	46,400	51,200	59,700	46,600	46,600	44,400	51,100	609,600	

検証の結果、下記のように、2018年度と2019年度の間では、2.67%のエネルギー削減を達成していることが判りました。

	2018年度 実測値	2019年度 推定値
総エネルギー使用量	626,310	609,600
2018年度と2019年度の総エネルギー使用量の差 (エネルギー削減量=2019年度の総エネルギー使用量-2018年度の総エネルギー使用量)		-16,710
エネルギー削減率 (エネルギー削減率[%]=エネルギー削減量/2018年度の総エネルギー使用量)		2.67%

このように、エネルギー消費原単位だけでは、効果を確認できないような事例であっても、ISO 50047の手法を使えば、本当に省エネ効果が出ているのかどうかを確認することが可能になります。

コラム：エネルギーパフォーマンス改善スコア（EPIS）の算出方法

JEITAでは、「EnMSマネジメントスコア」という規格を開発中です。この規格では、

- ① ISO 50001のトップマネジメントの要求事項の導入の有無
- ② JEITAが重要と考える指標管理と設備・装置の改善施策の導入の有無
- ③ エネルギーパフォーマンス改善スコア（EPIS）

の3つ項目で、組織のエネルギーマネジメントの成熟度をスコアで評価する規格です。

EPISは、組織のエネルギー削減量を基に計算された年間平均エネルギー削減率、および、エネルギーマネジメントの経験年数により算出します。このスコア算出に経験年数を取り入れている理由は、省エネを始めた組織は少しの改善で高い効果（エネルギー削減量）を出すことができますが、日本の組織のような、長年省エネに取り組んできた組織が高い効果を出すには多大な改善が必要になるためです。そのため、長くエネルギーマネジメントに取り組んできた組織を高く評価したいと考え、以下のような算定式で、EPISを算出することを提案しています。

$$EPIS = Ye \times AYESR \times (2/9 \times Ye + 7/9) \quad \text{---(2)}$$

$$AYESR = \text{エネルギー削減量} / \text{エネルギーベースライン} / 100 / Ye \quad \text{---(3)}$$

Ye：エネルギーマネジメント経験年数　AYESR：年間平均エネルギー削減率

この規格案は、ISO/TC301（エネルギーマネジメントとエネルギー削減量）に提案しています。

この規格が発行されれば、組織の省エネ努力とその成果がスコアリングされます。このスコアリングにより、組織の努力の結果をアピールしやすくなり、省エネ活動の追い風になることが期待されます。

おわりに

日本は、1970年代の石油危機を発端に作られた省エネ法の下で、省エネ技術を磨いてきました。特に現場主導でのカイゼン活動により、日本のエネルギー効率の世界トップレベルに達しています。

ISO 50047は、組織のエネルギー削減量を計量する規格であり、エネルギーマネジメントシステムのPDCAサイクルのうちのC（チェック）で、組織のエネルギーパフォーマンス向上の効果を計算に使われる規格です。この計算手法を用いることで、組織のエネルギーパフォーマンスの効果を正しく把握することができます。この手法では、省エネ法の定期報告書で集約したデータを活用し、必要に応じて計測データを追加することで、導入することができます。この導入により、高度な省エネ量の分析、省エネ量の把握、省エネの計画の立案など、個別組織でのより高度なPDCAサイクルを実現することができ、省エネ活動が盛んになると期待されます。

また、海外では組織の省エネ努力の評価にこの規格が活用されており、自社の海外工場と日本の工場と同じ計算方法で省エネ努力の評価をすることができます。さらに、投資対効果の検証などでも活用されています。

本書でご紹介したISO 50047による組織のエネルギー削減量の規格を先導導入し、省エネ活動の高度化・管理化の導入をお勧めいたします。

JEITAエネルギーマネジメント標準化専門委員会では、エネルギーマネジメントの高度化による、日本企業の競争力強化を目的に、今後も継続的に実用的な情報を提供してまいります。

JEITA エネルギーマネジメント標準化専門委員会 メンバー

委員長	高橋一敏	中央電子株式会社
副委員長	松井哲郎	富士電機株式会社
委員	池山智之	横河電機株式会社
オブザーバ	駒井啓一	国立大学法人 神戸大学
オブザーバ	井上賢一	一般社団法人 日本電気計測器工業会
オブザーバ	林 尚典	横河電機株式会社
オブザーバ	片田 裕	アズビル株式会社

JEITA

Japan Electronics and Information Technology Industries Association

国際規格によるエネルギー削減量算出ガイド

2020年1月1日 初版発行(第1.0版)

発行：一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA)
<http://www.jeita.or.jp/>

情報産業システム部会 産業システム事業委員会
エネルギーマネジメント標準化専門委員会

〒101-0004 東京都千代田区大手町1-1-3 大手センタービル

本書の内容の一部または全部を無断で複写・複製・転載することは、法律で認められた場合を除き、著作権の侵害となります。