

エネルギー計測の有効性及びFEMS等による継続的な省エネルギー推進活動

森脇照雄*
Teruo Moriwaki

ライフ

インダストリー

インフラ

モビリティ

共通領域

Effectivity of Energy Measurement and Successive Energy Conservation Promotion Activities with Factory Energy Management Systems

1. ま え が き

三菱電機福山製作所(以下“当所”という。)では、配線用低圧遮断器・電力量計等を生産している。1997年にISO14001の認証を取得し、環境目標のトップに“工場省エネルギー”を掲げた。当社製省エネルギー支援機器(エネルギー計測器等)を活用し、“e-F@ctory”ソリューションを適用した工場全体を挙げた活動を推進している。

本稿では、エネルギー計測の有効性ととも、当所が継続的に推進してきた活動事例の一部について述べる。

2. エネルギー計測の有効性

2.1 適切な計測の必要性

エネルギー管理には適切な計測が欠かせない。ここでいう適切な計測とは、使用部門や設備別、月・日・時間単位の計測の記録である。例えば、家庭で支出されている電気料金は、前月の電気使用量・日数とともに各電力会社から通知されるが、併記してある前年同月と差異があったとしても、月間使用量だけではその増減要因は推測の域を脱することは難しい。当所では、月・日・時間単位の計測記録を確認することで、増減要因分析・エネルギーの過剰消費抑制等、工場全体のエネルギー管理に役立っている。図1にエネルギー計測管理対象例を示す。

2.2 エネルギー原単位管理の必要性

生産設備のエネルギー管理には、エネルギー消費量と生産情報を突き合わせたエネルギー原単位を用いる手法がある。例えば、消費電力量を生産数量で除した生産設備の原単位(kWh/個)は、エネルギー消費効率の指標であると同時に、作業や生産品目によらず過去と現在を同じ尺度で比較することが可能な生産性の指標そのものである。一方、原単位に頼らずとも、管理者や作業者の目線で現場を観察すれば生産性の良しあしは把握可能という意見もあるが、24時間連続操業等、常時管理者の目が届かない職場でも、管理者が深夜時間帯の設備消費電力量(発停状態)に

着目した結果、作業意識が向上し、納期に追われていた生産設備の停止時間短縮につながり、生産数量が増加したというケースもある。

2.3 設備改善投資計画の精度向上

投資を伴う設備改善の場合、対象の優先順位付けや費用対効果を検討する上で、計測による実態把握が欠かせない。例えば、ポンプの回転数を調整するインバータ導入を検討する場合、その実効果(削減電力量)は運転時間等の使われ方に大きく左右される。もしも実態把握を怠って期待効果を過信してしまうと、十分な費用対効果を得られないばかりか、対象を見誤ることで大切な資金を失うおそれさえある。また、計画段階の試算効果と実効果の差異を検証することで、以降の計画の精度向上に加え、最適案選択による費用対効果の最大化を図ることができる。

2.4 設備更新時の適正容量の見極め

建築電気設備容量又は設置台数を選定する際、建物ごとの様々な与条件と将来的な使われ方を考慮して容量(台数)を選定するが、この時点で将来の使われ方の変化を捉える

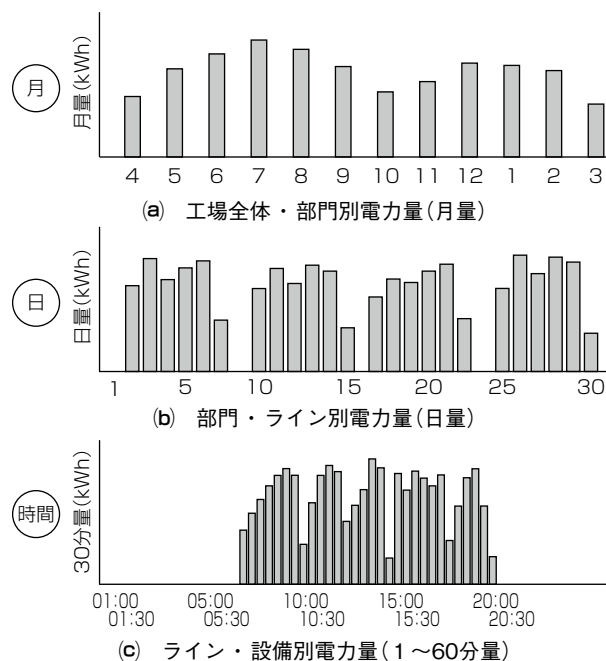


図1. エネルギー計測管理対象例

*福山製作所

のは難しく、与条件も建物・用途ごとに異なるため最適値の設定が困難であることが少なくない。そのため、過去の類似物件等の需要率を想定して設備必要容量を設計するが、その際に想定する需要率と余裕率の違いによって、選定される設備容量は、①余裕なし、②標準、③過剰のように大きく異なる(図2)。設計値に上乘せされる“過剰な余裕”

(無駄)は、据付け時だけでなく長期の運用にわたって経済的・環境的な影響を残し続けてしまう。

例えば、100/150/300kVA等機器ごとに定格容量が決まっている変圧器では、実運用時の最大需要電力(真値)が定格容量を超えないよう直近上位の容量を選定する必要があるため、過剰な余裕を加味してしまった結果、過大な容量を選定してしまう可能性がある。新設時は不確定要素が多くて把握困難な真値であるが、既設更新時は実運用データを計測することで把握することが可能になり、ライフサイクルでの経済的損失や環境への悪影響を低減できる。

3. 当所の省エネルギー活動事例

3.1 FEMSによる新生産棟のユーティリティ電力削減

2013年竣工(しゅんこう)のスマートメータ生産棟では、図3に示すエネルギー管理システムを建設時に導入して原単位等によるエネルギー管理を推進してきたが、組立て工場の特性上、照明・空調等のユーティリティ設備の固定エ

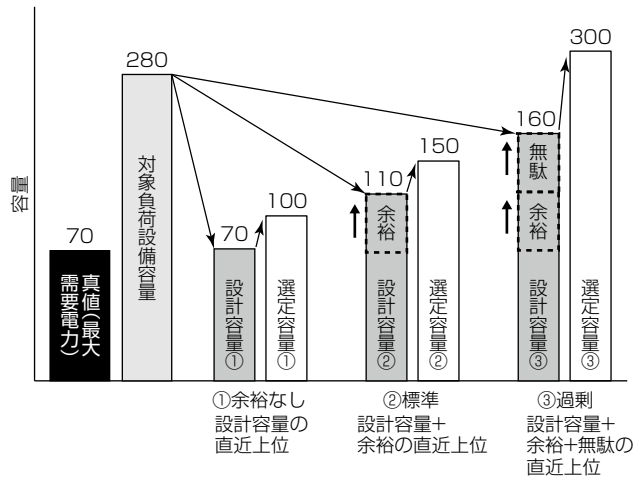
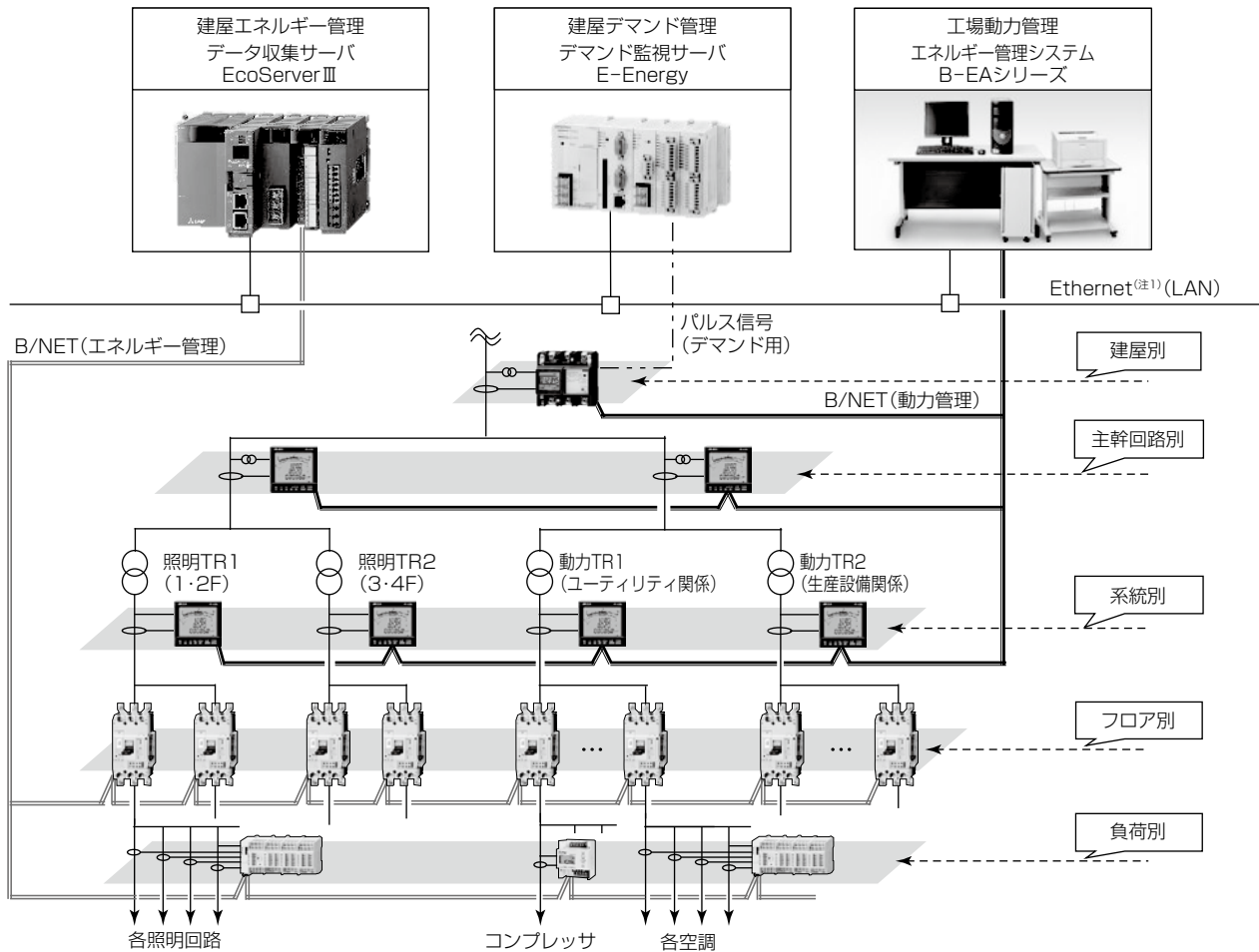


図2. 容量選定の考え方のイメージ



(注1) Ethernetは、富士ゼロックス(株)の登録商標である。

図3. スマートメータ生産棟竣工時のエネルギー管理システム

ライフ

インダストリー

インフラ

モビリティ

共通領域

エネルギーが半分程度を占めていた。一方で、当社エネルギー計測器に対して計測以外の付加価値を求める市場ニーズが高まっており、開発部門では“見える化・分かる化”から“できる化”へ進化させる必要性を感じていた。そこで、開発・製造・環境管理部門が連携し、賢く・快適に・使いやすいシステムをコンセプトにしたFEMS(Factory Energy Management System)の導入に取り組んだ。

3.1.1 生産設備電流監視による照明・空調の出力制御

一般的には、生産設備の出力信号を用いて発停を検知し、人感センサを用いて人の有無を検知する方法があるが、レイアウト変更によって設備や人の位置が変わるたびに、接

点信号線再敷設やセンサ移設などの改修が必要になる欠点がある。そこで、図4のようにエネルギーデータ収集サーバに取り込んだ生産設備ごとの計測電流値から設備停止及び作業者有無を検知し、シーケンサで照明・空調の出力を自動制御することで、非生産時の待機電力を削減した。

3.1.2 炭酸ガス濃度による排気ファンの風量可変制御

法定義務によって、人の有無によらず24時間連続運転していた換気装置(排気ファン)の固定エネルギーに着目した。

図5のように室内炭酸ガス(CO₂)濃度を常時計測し、最適化させるようシーケンサで演算し、排気ファンの風量(回転数)を可変制御することで節電を図った。

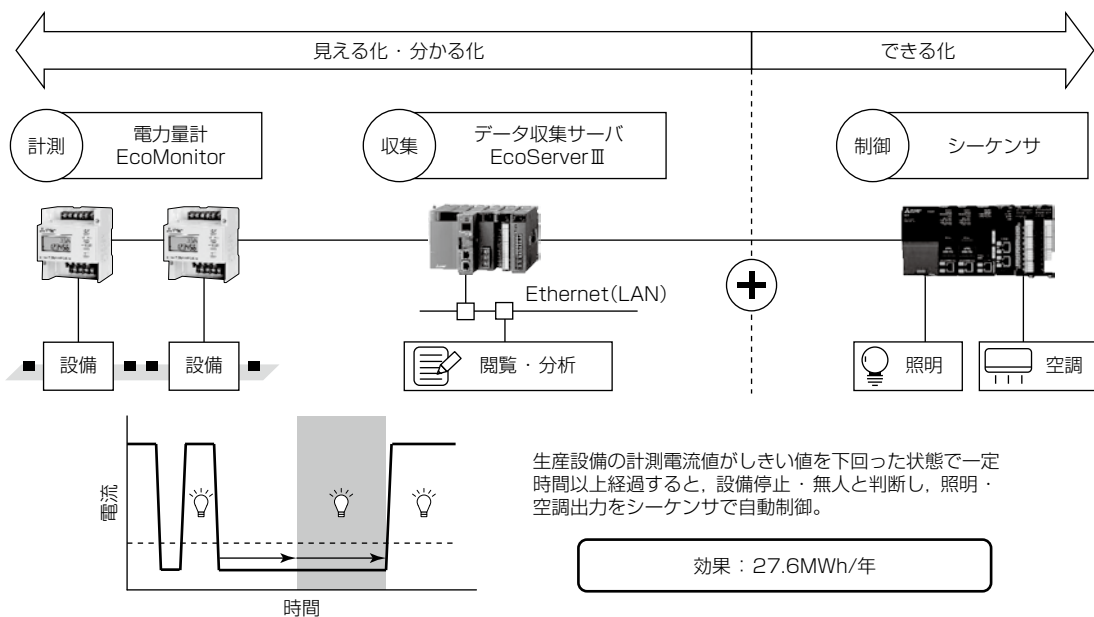


図4. 生産設備の電流値監視による照明・空調出力制御

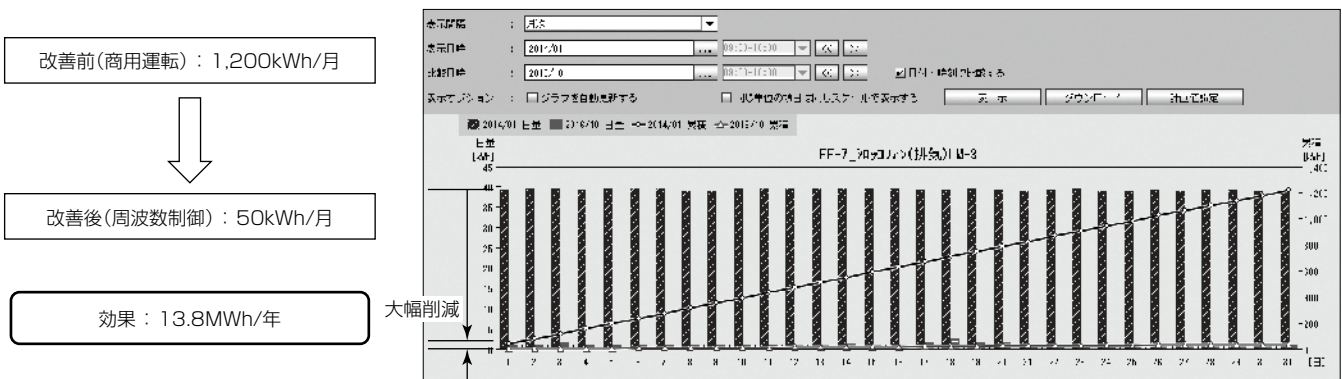
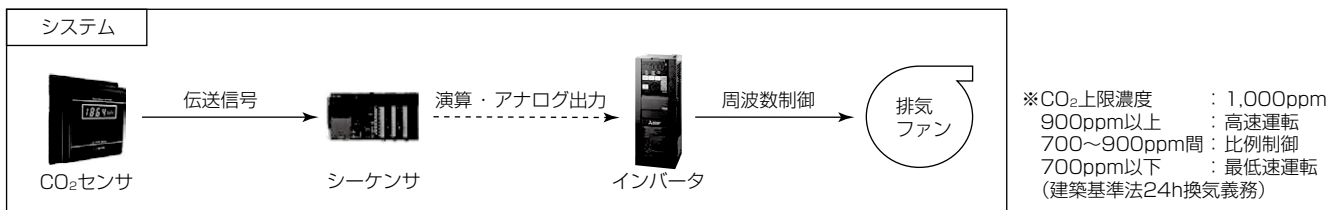


図5. CO₂濃度計測・演算による排気ファンの可変制御

3.2 遮断器組立てラインの原単位管理システム

遮断器組立て工場では、製造ラインごとのエネルギー原単位管理に加え、直行率とOK/NG品数によるボトルネック工程抽出、チョコ停パレート図分析やサイクルタイム比較による要調整設備抽出等によって、改善を促すことで生産性の向上を図っている。日々の改善活動を積み重ねた結果、エネルギー原単位を約30%改善した(システム導入時2012年度比2018年度実績)。この取組みを当所専用システムとしてだけでなく、顧客に提供できる形で製品化した省エネルギー支援アプリケーション“EcoAdviser”の画面例を図6及び図7に示す。



図6. EcoAdviserのダッシュボード画面例

3.3 製造部門を主体にした生産設備等の改善活動

当所では、環境管理課(環境推進事務局)が主体の動力設備や空気圧縮機等の工場ユーティリティ設備の改善に加え、工場全体のエネルギー消費量の約50%を占める生産設備の省エネルギーを強化するため、2011年度に所内関係会社を含む製造部門担当者をメンバーにした省エネルギー推進委員会を発足し、生産設備等の改善に取り組んでいる(図8)。この活動では、省エネルギー推進委員の啓蒙(けいもう)(勉強会)に

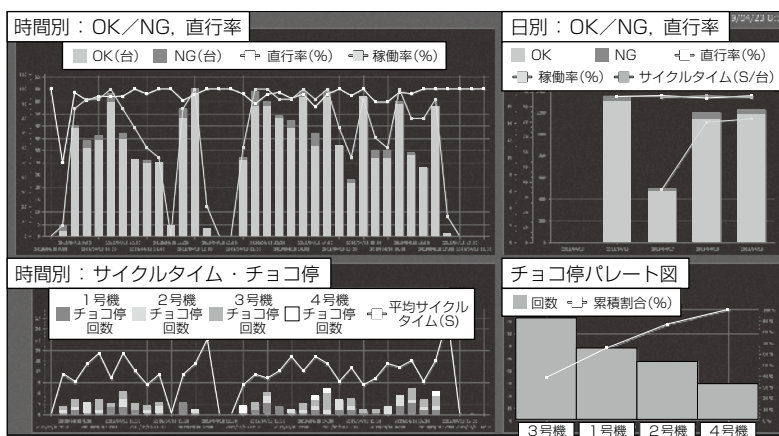


図7. EcoAdviserの工程別チョコ停情報等表示画面例

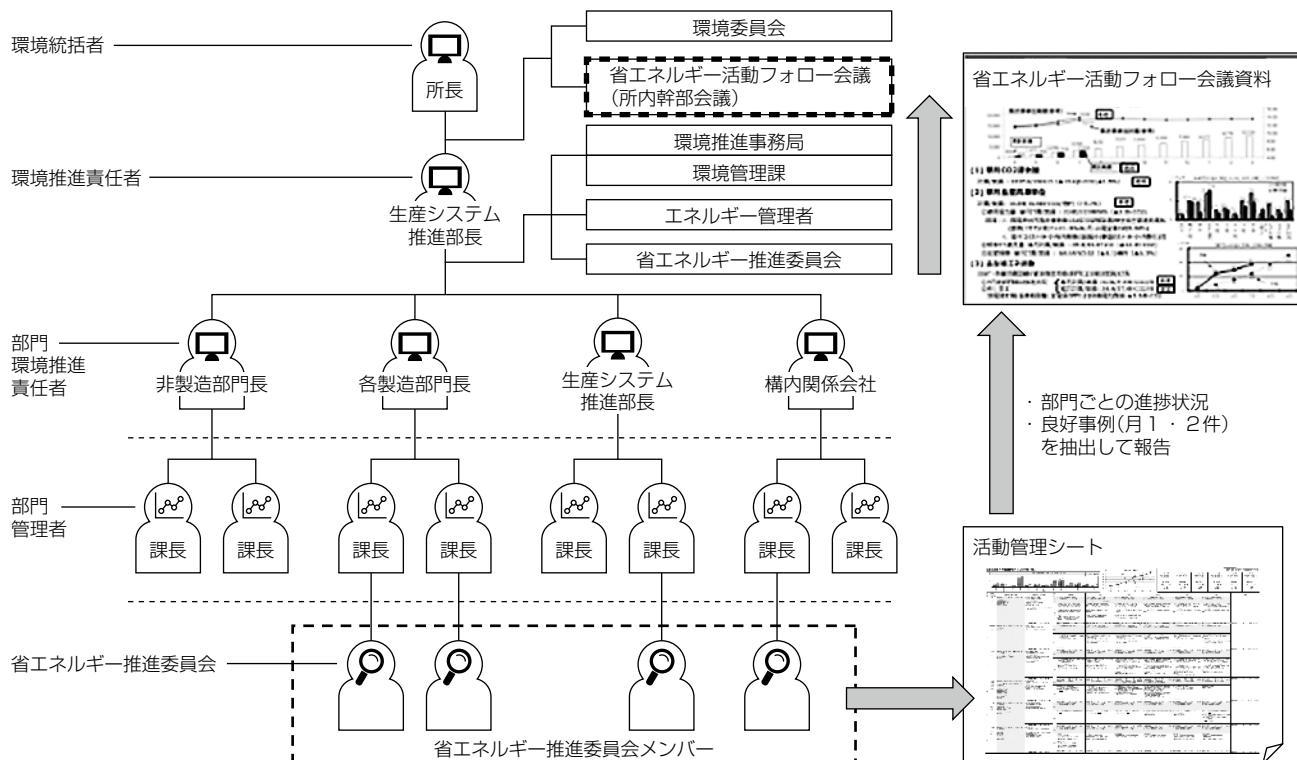


図8. 省エネルギー推進委員会の活動イメージ

表1. 良好事例(省エネルギーフォロー会議で毎月報告)

年月	改善事例	改善効果(年間)		
		kWh	m ³	kL
2015/04	稼働監視システム(電流監視)によるNC加工機の下カ停止防止	4,502	-	1.2
2015/05	鉛板重なりロス改善(〇〇総組ライン)他	20,616	-	5.3
2015/06	NG排出方法変更による生産性改善	3,246	-	0.8
2016/12	マグネットスイッチ追設によるマシニングセンタ付帯コンプレッサの間欠運転化	7,938	-	2.0
2017/01	チラー冷却水循環ポンプのインバータ化	33,814	-	8.7
2017/02	フラックス補充管理の定量化によるロウ付け手直し削減	6,801	-	1.7
2017/03	油圧装置の劣化作動油交換による電力削減	1,588	-	0.4
2017/04	接続各設備停止確認による冷却水ポンプ夜間等停止	8,294	-	2.1
2018/02	金型温調構造最適化による〇〇成形ハイサイクル化	11,848	-	3.0
2018/03	安全弁保守による蒸気漏れロス削減	-	3,031	3.6

NC : Numerical Control

始まり, 良好事例(表1)の水平展開, 毎月の省エネルギー活動フォロー会議(所内幹部会議)でのフォローアップ等によって, 約10年にわたって省エネルギー改善を継続している。

3.4 その他の事例

- (1) 高効率機器への計画的な更新(変圧器・空気圧縮機・大型空調設備・照明器具等)
- (2) 空気圧縮機の吐出圧力・ボイラの蒸気圧力見直し(低減)による過剰エネルギーの削減
- (3) エア漏れ・スチームトラップ点検保守によるエネルギーロス削減
- (4) 空調制御システムのスケジュール制御による切り忘れ防止及びデマンド監視による出力制御
- (5) 中間期の空調機主電源OFF及び夏季の手洗い温水器電源OFFによる待機電力削減
- (6) 環境推進責任者による省エネルギーパトロール(2・8月)

3.5 工場全体のエネルギー原単位推移

ここまで述べてきた活動の結果, 図9に示すとおり, 工場全体のエネルギー原単位の改善率は31%を達成した。

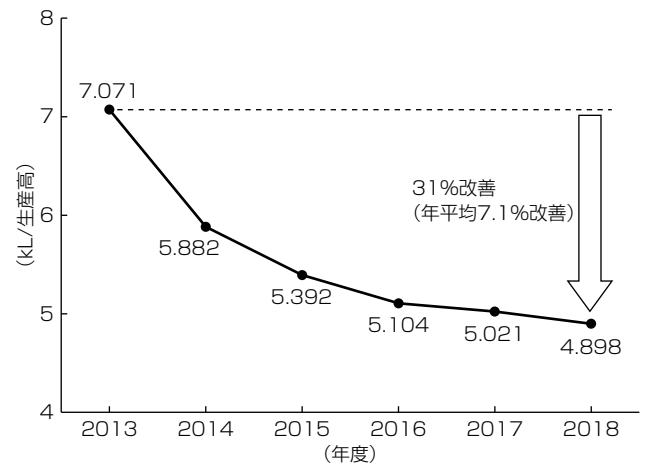


図9. エネルギー原単位推移

この実績とともに, たゆまず継続してきた活動が評価されて, 2018年度エネルギー管理優良事業者等中国経済産業局長表彰を受賞した。

4. む す び

日本では1979年の省エネ法制定以来, 省エネルギーの必要性が唱えられて久しく, 工場の省エネルギーは乾いた雑巾を絞るようなものだという声を耳にすることが多い。しかし, 世の中の情勢が常に変化し続けるように, 工場の生産品目・人・設備・レイアウトは変化し, その変化のたびに改善すべき無駄が生じるため, 省エネルギー活動に終わりはない。また, 少子高齢社会に伴う就労年齢人口減少によって人手不足が深刻化する中, 迅速かつ容易に改善を実行でき, 変化にも柔軟に対応できる製品やサービスが求められる。このようなニーズに貢献できるように, 引き続き開発・製造・環境管理部門で連携し, 当所の省エネルギー支援機器・ソリューションの価値向上に努めていく。

参考文献

- (1) 電気設備学会 地球環境委員会: 電気設備システムの余裕と無駄に関する調査について, 電気設備学会誌, 30, No.6, 457~462 (2010)