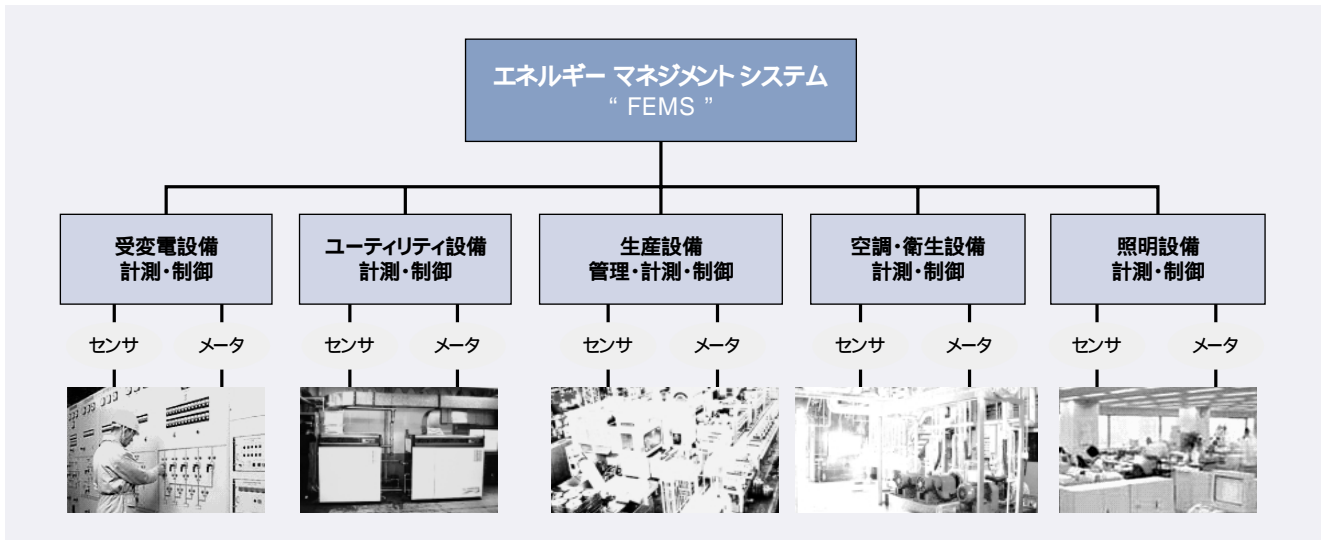


エネルギーマネジメントによる 工場設備動力の省エネルギー

Optimum Energy Management for Plant Energy Facilities

酒井 孝寿 Takatoshi Sakai 齊藤 雅彦 Masahiko Saito



注：略語説明 FEMS(Factory Energy Management System ; 工場におけるエネルギー使用状況を把握し, エネルギー使用の合理化と最適化を図るためのシステム)

FEMSによる省エネルギーの向上施策例

工場の省エネルギーの精度向上と継続効果は, FEMSによる総合的なエネルギーの有効活用の追求によって実現できる。

省エネルギーは地球温暖化防止を推進するうえで重要なテーマであることから, 多くの工場では, この目的を達成するためにさまざまな対策を実施してきた。工場の省エネルギー対策としては, ユーティリティ設備や空調設備での成功事例が報告されている。しかし, 生産設備を含めた工場トータルでの省エネルギーの進め方については課題が多い。従来, 工場でのエネル

ギーの使用量は, 固定費として各部門に割り当てられる例が多く見られた。しかし, 省エネルギーの推進のためには, 設備ごとに使用量を把握・管理し, 変動費の管理方式にすることが望まれている。

日立グループは, 工場設備動力におけるトータルエネルギー マネジメント システム構築による省エネルギーを推進している。

1 はじめに

わが国では, 産業部門のエネルギー使用構成比が約47%を占めていることから, 地球温暖化防止の実現に工場での省エネルギーが果たす役割は大きい。しかし, エネルギー使用量の多い事業所は, エネルギー管理指定工場として定期報告や中長期計画の策定が義務づけられ, 原単位で毎年1%以上の改善義務に対し苦勞している。また, 省エネルギーには処方せんがないので, 事業者自身で改善策を策定し, 実施しなければならない。今後, 省エネルギーは, 生産

設備の稼動状態を把握し, むだな運転を減少して待機電力を削減することや, トータルエネルギー マネジメントシステム構築による省エネルギーの継続的な成果が求められている。

ここでは, 日立グループでのFEMS(Factory Energy Management System)の実施事例を中心に, 難しいとされてきた生産設備の省エネルギー計画の今後について述べる。

2 工場における省エネルギーの現状

工場全体のエネルギー使用量を分析すると, 電動機動力

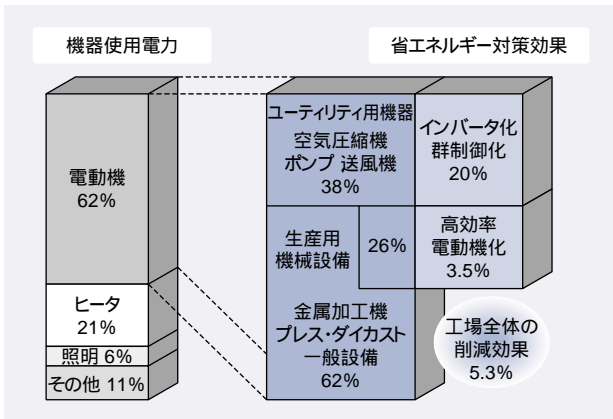


図1 工場使用電動機の電力削減計画例
工場の電動機動力に着目することで中長期計画の策定を具体化した事例を示す。

が60～70%を占める。このため、工場での省エネルギーでは、電動機動力に着目し、中長期計画を立案することが効果的である。ユーティリティ設備への対策では、裕度の削減や生産変動に伴うエネルギーの負荷変動に合わせて制御することで可能となる。しかし、エネルギー構成比の大部分を占める生産動力については電動機動力の対策だけでは効果が小さいので、生産設備の稼働実態に合わせた動力削減計画を推進する必要がある(図1参照)。

生産設備の動力削減では、生産設備の稼働状態を把握し、生産活動に支障を来すことなく進める必要がある。また、稼働状態を設備単位ごとに計測するとともに、設備稼働のむだな運転時間に着目した削減計画が有効である。

3 生産設備の待機電力削減計画

3.1 電力監視システムによる省エネルギー対策

生産設備の稼働状態を実稼働動力と待機電力に分類す

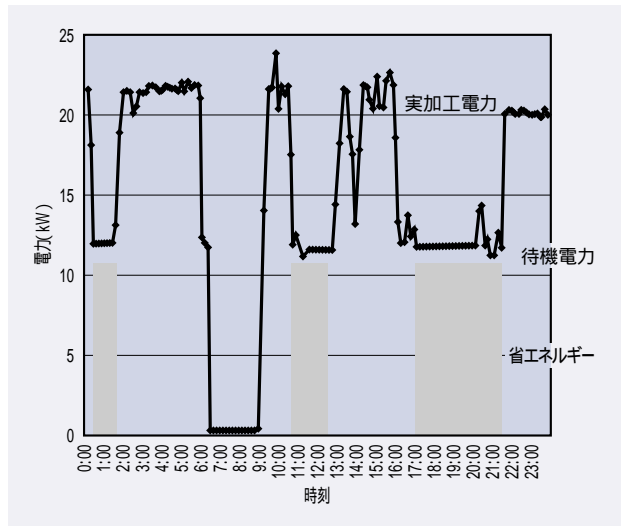


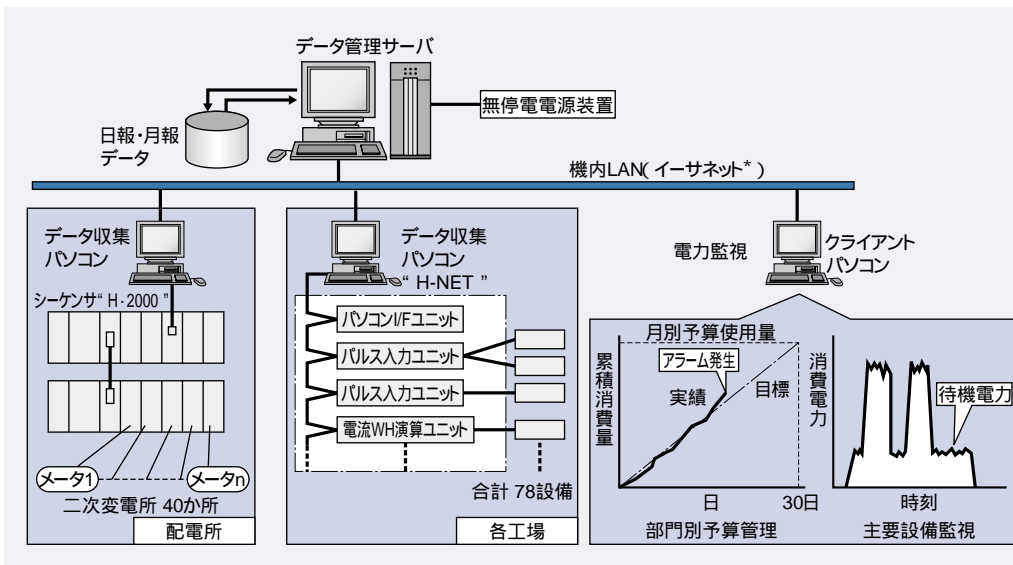
図2 電力監視システムによる省エネルギー対策例
アルミダイカストの待機電力削減による省エネルギー対策例を示す。

ると、待機電力は実稼働電力の30～50%を占めている(図2参照)。さらに、待機電力は工場の休憩時間と一致していることから、待機電力を明確にすることで停止時間が確保でき、省エネルギー対策が可能になる。

生産設備の実稼働・待機電力は、設備機器単位で電力を計測することで区分できる。しかし、この判断は設備機械ごとに異なるため、製造担当者との協議が必要である。日立グループは、最適な計測時間間隔は10分以内であると実証し、待機電力の削減を可能にした。

3.2 電力監視システムによるエネルギーマネジメント

工場の電力監視では、二次変電所の監視が行われている。しかし、設備のエネルギーマネジメントを実施する場合には、設備機器単位の監視、設備の稼働時間や最適化のためのビジュアル化、目標管理や段階的改善のための仕組みがそれぞれ必要となる。電力監視によるエネルギーメン



注：略語説明ほか
LAN (Local Area Network)
I/R (Interface)
* イーサネットは、富士ゼロックス株式会社の商品名称である。

図3 電力監視によるエネルギーマネジメントの例
電気加熱炉の時間短縮、待機電力の削減、および警告によって省エネルギーを実現する。

ト例を図3に示す。

この例では、電気加熱炉の通電時間短縮や設備の待機電力削減を推進し、設備機械ごとの電力監視のデータを月次の目標と比較して、従業員に警告を発することで最適化を図り、工場全体に対し1.2%の省エネルギーを実現した。このエネルギー管理は、工場のエネルギーの原単位管理や中長期計画の策定になくてはならないものとなっている。

4 複合エネルギー設備の最適制御技術

4.1 トータル最適省エネルギー制御システム

前章までに示した、工場などの複合エネルギー設備(ポンプ、冷凍機、調和機、自家発電など)に適用した最適制御技術の詳細について以下に述べる。

従来、工場やプラントでは、省エネルギーのため、個々の電動機やコンプレッサごとにインバータ制御を適用してきた。しかし、機器ごとの低消費電力化技術は限界に近づいてきている。一方、CO₂(二酸化炭素)排出量削減など、国際環境の動向を受け、いっそうの省エネルギー化を図るためには、複合エネルギー設備全体でエネルギー使用量を最適化する必要がある。

日立グループは、ネットワークを介して、全体で最適な省エネルギー制御を行うシステム技術を構築し、適用した(図4参照)。このシステムでは、独自の制御システム技術「エネルギーフロー インテグレーション」を実現している。

4.2 エネルギー フロー インテグレーション

エネルギー フロー インテグレーションは、個々の機器をエネルギーの出入りの観点から定量モデル化し、それらを工場・プラント制御システム全体で、エネルギーフローの観点から

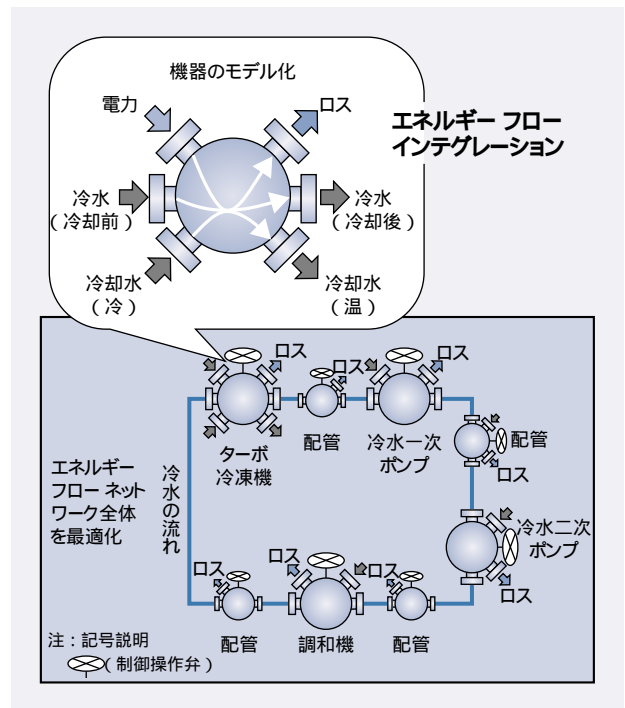


図5 エネルギー フロー インテグレーションの概要

冷却機やポンプ、空調機などの設備をモデル化し、エネルギーフローの観点からネットワーク化することにより、全体のエネルギー損失を最小化する。

ネットワーク化する技術である。

空調設備の例を図5に示す。この方式は、ターボ冷凍機やポンプのロス(排出熱 など)、冷水(エネルギー)の流れに従って、各機器で発生するロスを総和し、その値を最小とする機器稼働条件を求めるものである。これにより、ターボ冷凍機とポンプの運転台数や冷水槽の温度設定など、相互に関連する部分での、空調設備全体を見通した最適な省エネルギー稼働条件を見出すことを可能としている。

4.3 省エネルギー効果の検証

日立研究所の4階建クリーンルーム(2,400 m²)にエネルギー フロー インテグレーションを実適用し、実際の設備での省エネルギー効果を検証した。

2002年12月に適用を開始した結果、2001年12月と比較すると、空調設備だけで35%の省エネルギー効果があることが検証できた(図6参照)。この技術は空調設備だけに適用したものであり、照明などを含む全体システムへの効果としては、16%のエネルギー低減であった。このように、空調設備以外にも適用することにより、高度な省エネルギー効果を得ることができる。

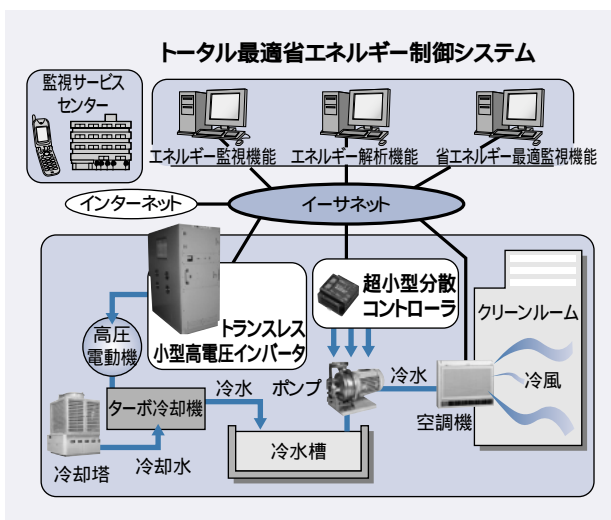


図4 トータル最適省エネルギー制御システムの構成例

冷却機やポンプ、空調機などの設備を超小型分散コントローラによってイーサネットに接続、連携させ、設備全体で消費電力を最小にするように運転する。

5 ネットワーク対応最適制御技術

5.1 Webコントローラ

トータル最適制御システムを適用するにあたっては、以下

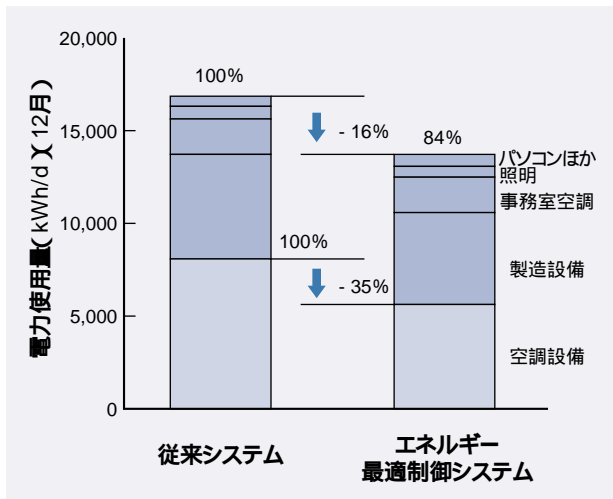


図6 省エネルギー効果例

トータル最適省エネルギー制御システムを実際に適用した場合(2002年12月)と従来システム(2001年12月)との比較を示す。空調設備で35%、全体で16%の省エネルギー効果が実証されている。

の二つの課題があった。

- (1) 空調設備の機器である既存設備をネットワーク化するための端末に、省スペース性が必要となる。
- (2) 設備機器をサーバ(パソコンなど)と連携して最適運転するために、端末には、機器制御機能だけでなく、イーサネット、IP(Internet Protocol)、ウェブなどの情報系標準技術が必須である。

この課題を解決するため、既存のPLC(Programmable Logic Controller)制御機能とウェブサーバ機能を共存させた、コンパクトな「Webコントローラ」を開発した(図7参照)。

このWebコントローラでは、手のひらサイズの大きさに必要なすべての機能を持たせるため、既存PLC制御機能とウェブサーバ機能とを1プロセッサで動作させるアーキテクチャを採用した。これをサポートするためのソフトウェアとして、制御処理の定周期リアルタイム処理を保証しつつ時分割でウェブサーバ機能に実行時間を割り当てる「情報制御連携モデルウェア」を実装している。情報制御連携モデルウェアは、ウェブサーバを介して指示された処理を制御に伝える役割も持っていることから、エネルギーフローインテグレーションで計算された結果をHTML(Hypertext Markup Language)形式で通知し、各コントローラが動作するといった連携制御ができる。

6 おわりに

ここでは、日立グループのFEMS実施事例を中心に、今後の省エネルギー計画について述べた。

省エネルギー活動は、稼動している設備を設備ごとには進められている。しかし、このような活動をいっそう確実なものとするためには、統合的なエネルギーマネジメントを推進してい

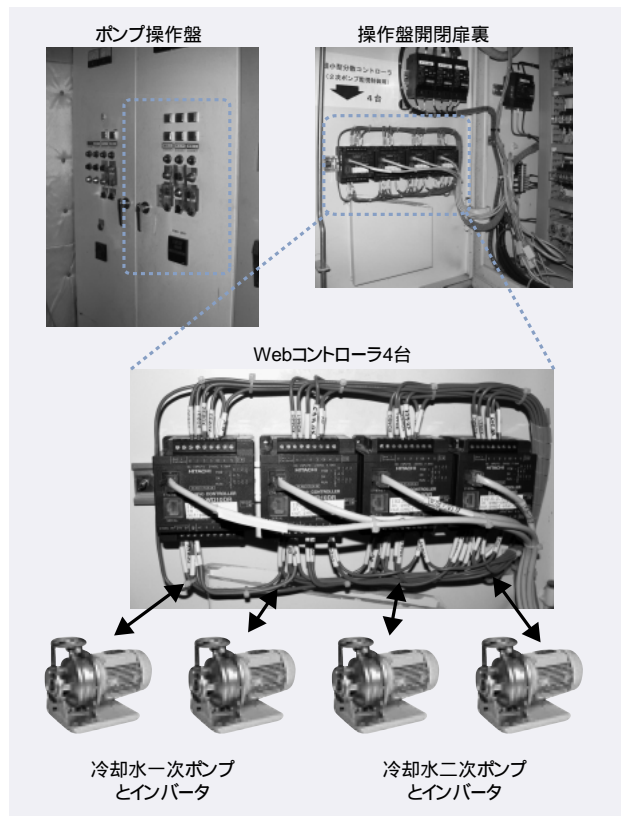


図7 Webコントローラの適用事例

手のひらサイズという特徴を生かし、制御盤や分電盤などにWebコントローラを設置して機器を制御している。

く必要がある。日立グループは、今後も、省エネルギーの実行を容易にするシステムの開発により、ユーザーとともに地球温暖化防止に貢献する考えである。

この研究の一部は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、および財団法人省エネルギーセンターとの共同研究開発事業「稼動時電気損失削減最適制御技術開発」において実施されたものである。関係各位に謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 社団法人日本電機工業会：工場エネルギー管理システムに関する調査(2004.10)

執筆者紹介



酒井 孝寿

1970年日立製作所入社、株式会社日立産機システム エンジニアリング事業部 所属
現在、エネルギーシステムの開発に従事
E-mail: sakai-takatoshi @ hitachi-ies. co. jp



齊藤 雅彦

1988年日立製作所入社、日立研究所 情報制御第一研究部 所属
現在、組込みコントローラの研究に従事
技術士(情報工學部門)
情報処理学会会員
E-mail: miyabi @ hrl. hitachi. co. jp