

省エネルギー分野への e-F@ctory技術の適用事例

北田亮平*

Application Cases of e-F@ctory Technology in Field of Energy Conservation

Ryohei Kitada

要旨

近年、運用改善による省エネルギー推進の手段としてIoT(Internet of Things)や統合制御技術などを活用したエネルギーマネジメントシステムによる改善サイクルの効率化や、エネルギー利用効率の最大化が注目を浴びている。

三菱電機は、2003年からFA-IT統合ソリューション“e-F@ctory”を提唱しており、当社FA(ファクトリーオートメーション)事業の中核事業所である名古屋製作所では、自らの生産設備や建屋設備、エネルギーインフラに対して積極的にe-F@ctory技術を導入し、生産性・品質向上はもちろんのこと、運用改善によるエネルギー使用の合理化を実現してきた。

これら取組みのうち、省エネルギー分野に重点を置いた次の二つの事例がある。

(1) 生産工場での事例

汎用シーケンサとオープンネットワーク、センサを活用したエネルギー管理システムを構築し、建屋全体を集中監視制御するとともに、生産設備と空調・換気・局所排気設備との連携制御によるエネルギー削減を実現している。e-F@ctory活用による生産ラインの稼働率向上にも取り組み、建屋全体で従来比30%のエネルギー原単位改善を実現した。

(2) 事務棟での事例

(1)のシステムを事務所向けに応用展開し、自然換気設備と空調設備との連携制御や、人感センサ情報を活用した空調制御によって、入居者への快適性の維持とエネルギー使用量削減の両立を実現した。

FA機器新生産棟(2013年竣工)



建屋概要

建物構造：地上6階建、免震構造
延床面積：25,800m²
生産品目：FA制御機器及び駆動制御機器用キーパーツ

e-F@ctoryによる省エネルギー取組み事例

- ・エネルギー管理システムによる集中監視制御
- ・建屋設備と生産設備との連携制御
- ・生産ライン稼働率向上によるエネルギー原単位削減

(1) 生産工場での事例

第二FA開発センター(2017年竣工)



建屋概要

建物構造：地上7階建、免震構造
延床面積：31,400m²
建物用途：FA機器の開発・設計・評価、共同開発ルーム

e-F@ctoryによる省エネルギー取組み事例

- ・エネルギー管理システムによる集中監視制御
- ・自然換気システムを活用した最適空調制御
- ・人感センサ情報活用による省エネルギー連携制御

(2) 事務棟での事例

当社名古屋製作所での“e-F@ctory”を活用した省エネルギー事例

新たな生産棟、事務棟では、空調機や熱源、外調機など個々の設備に高効率機器を積極採用するとともに、FA技術とIT技術を連携させた当社FA統合ソリューション“e-F@ctory”を活用したエネルギー管理システムの構築、異なる設備間の連携・協調制御による全体最適運用、生産ライン稼働率向上によるエネルギー原単位改善など、様々な手法による省エネルギー化に取り組んでいる。

1. ま え が き

省エネルギーの推進手法は、高効率設備導入(更新)と運用改善との二つに大別される。資源エネルギー庁とNEDO(国立研究法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構)が策定した“省エネルギー戦略2016”⁽¹⁾では、運用改善に係る部分として“革新的なエネルギーマネジメント技術”が部門横断的な重要技術と位置付けられており、この主要関連技術としてxEMS(Energy Management System)や、IoT、統合制御技術が挙げられている。このように運用改善による省エネルギーの推進手段は、従来の個々の設備・機器に着目した改善から一歩踏み込み、設備・機器間を連携させてシステムとしての全体最適を図る方向へと進化している。

当社は、2003年からFA技術とIT技術を連携させたFA統合ソリューション“e-F@ctory”を提唱しており、名古屋製作所では自らの生産設備や建屋設備、エネルギーインフラに対して積極的にe-F@ctory技術の導入を推進し、生産性・品質向上はもちろんのこと、運用改善によるエネルギー使用の合理化を実現してきた。

本稿では、名古屋製作所でのe-F@ctoryを活用した省エネルギーの二つの取組み事例について述べる。

2. e-F@ctory技術適用事例

2.1 新生産棟での適用事例⁽²⁾

2013年に竣工(しゅんこう)したFA機器新生産棟(以下“新生産棟”という。)での取組み事例について述べる。この取組みでは、生産設備を含めた新生産棟全体でのエネルギー原単位を従来比30%改善しており、平成28年度省エネ大賞(省エネ事例部門)で資源エネルギー庁長官賞を受賞した。

2.1.1 エネルギー管理システムによる集中監視制御

中～大規模建築物では、照明や空調といった設備をまとめて制御するために集中リモコンを設置し、さらに管理者向けに中央監視システムを構築するケースが多い。しかし集中リモコンは設備ごとに設置する必要があり、監視システムでも設備との接続仕様や設備メーカーの相違によって構築内容の制約が生じることがあった。

新生産棟では、あらゆる設備やエネルギー・環境情報の見える化と生産設備との連携制御実現を目指し、汎用シーケンサといったFA機器とオープンネットワーク、センサを活用したエネルギー管理システムを構築・導入した(図1)。

各設備との接続にネットワークを積極採用することで、従来のデジタル・アナログI/Oでは実現が困難な規模での設備内部情報の見える化を可能にしている。これによって、運用開始後のチューニングによる最適化や連携制御の追加実装を専用コントローラなどに比べて容易に行うことができ、省エネルギー改善活動の推進に多大な効果を発揮する。

ユーザーインターフェースには、入居者が日常使用するた

めのタッチパネル付き表示器“GOT”と、管理者が全体管理・分析を行うためのSCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)ソフトウェア“MC Works64”を採用した。図2に示すような制御画面を持つGOTを、スイッチやリモコンの代わりとして各フロアに数面設置しており、当該フロアの空調・照明・エネルギーの使用状況をグラフィカルに表示し、直感的な操作と一元管理を可能にしている。また、最終退出時にはワンタッチで全ての空調・照明をOFFにすることができ、消灯見回り不要化と徹底した省エネルギーを実現している。さらに、SCADAの導入によって、図3に示すようなWebベースの管理画面を通じて、棟全体の使用状況をリアルタイムで統括管理(監視・制御・記録)できる。

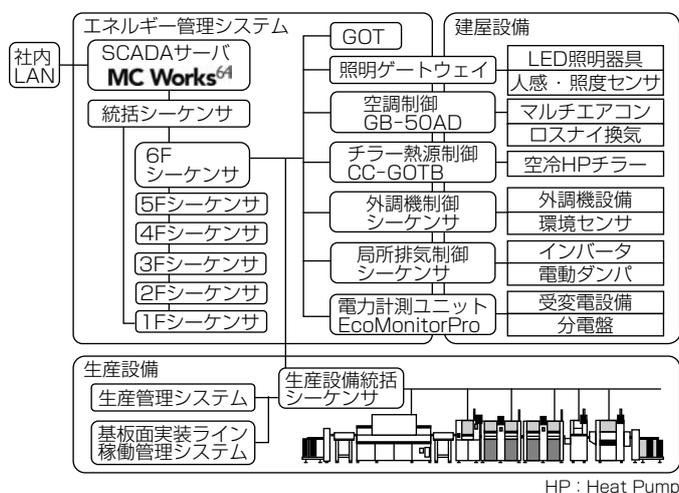


図1. システムの全体構成

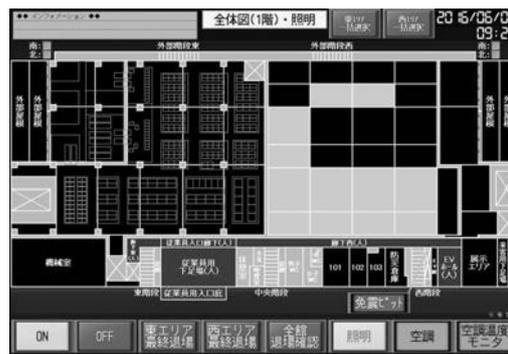


図2. 工場内照明制御画面(GOT)

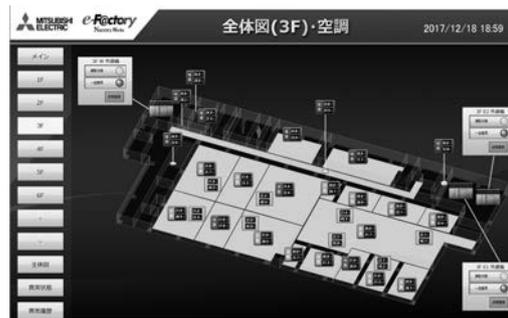


図3. 工場内空調制御画面(MC Works64)

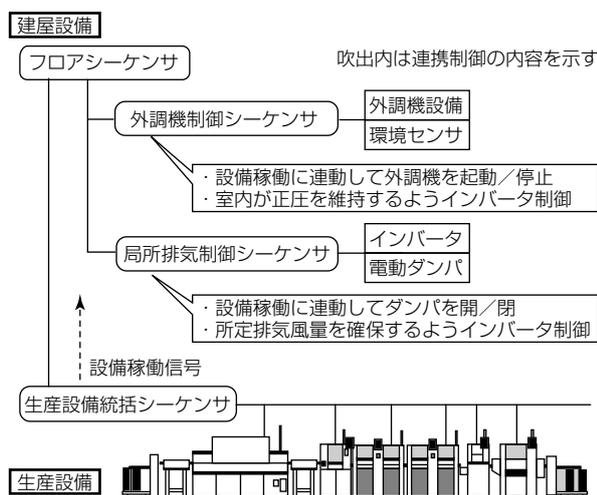


図4. 建屋設備と生産設備との連携制御

2.1.2 建屋設備と生産設備との連携制御

FA機器とオープンネットワークによって構築したシステムの汎用性を活用し、建屋設備(空調設備、局所排気設備)と生産設備の連携制御を行っている。連携制御に係るシステムの構成を図4に示す。局所排気を必要とする生産設備の稼働信号は、建屋側のエネルギー管理システムに送られる。設備の稼働信号に基づき、建屋側では外調機の起動停止制御、局所排気設備の起動停止及び排気容量制御を行う。外調機は室内が正圧となるよう、また局所排気設備は稼働する生産設備の種類・台数に応じ、それぞれファンのインバータ速度制御を行う。これらの制御によって、生産設備稼働に応じて建屋側設備が必要ときに必要な分だけ稼働する最適制御の仕組みを構築し、空調・換気に要するエネルギーの削減を実現している。

2.1.3 生産ライン稼働率向上による原単位削減

新生産棟に配置される生産ラインの中でも、特に使用電力量の多い“基板面実装ライン”に着目した。このラインが消費する電力の約6割はリフローはんだ付け用電気炉が占めており、その使用電力量は稼働時間にほぼ比例することから、ライン全体の稼働率を向上させることができれば、生産性向上と消費電力量削減とを同時に実現できる。

ライン全体の稼働状態を見える化して一元管理するため、図5に示す稼働管理システムを開発した。同システムによってライン各設備の稼働状況を分析した結果、生産機種変更時の段取りによる待ち時間の割合が大きく、稼働率悪化の要因であることが判明したため、段取り改善を進めることにした。稼働管理システムと生産管理システムを連動させ、複数ラインに対する段取りの優先順位付けを行い、作業者に適切な段取り順の指示を行うシステムを開発・導入し、待ち時間の削減を図った。これによって時間当たりの生産高を向上させ、エネルギー原単位を改善した(図6)。

2.2 新事務棟での適用事例

2017年に竣工した“第二FA開発センター”(以下“新事務

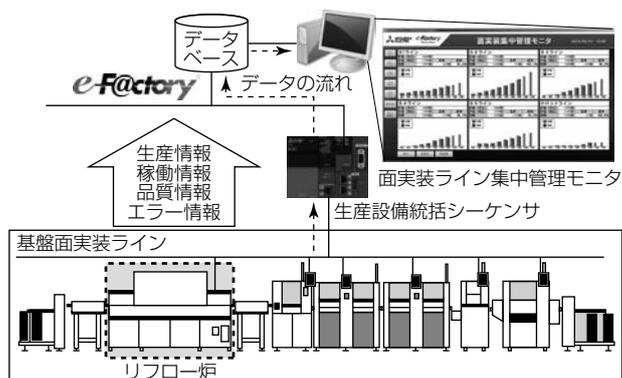


図5. 基板面実装ラインの稼働管理システム

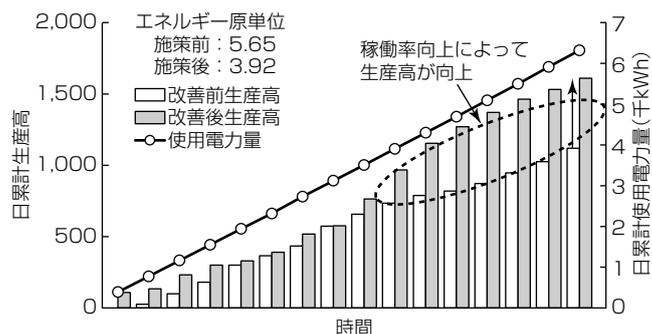


図6. システムを活用した段取り改善の効果

棟”という。)での事例について述べる。この建物は、建築物環境配慮制度であるCASBEE(建築環境総合性能評価システム)名古屋で最高評価のSランクを取得している。

2.2.1 エネルギー管理システムによる集中監視制御

生産工場では操業時間や空調条件といった運用条件や責任者が比較的固定されているのに対し、事務所では働き方の多様化によって滞在状況が流動的な傾向にあり、照明や空調の要否も刻々と変化する。そこで新事務棟では、新生産棟で構築したシステムをベースに、オフィス用途向けに更なる“ユーザビリティの向上”と“連携制御の強化”に注力したエネルギー管理システムを構築・導入した。

(1) ユーザビリティの向上

一般入居者も日常的かつ頻繁に操作することを想定し、SCADAによるWebベースの管理画面を一般入居者にも公開して各自のパソコンから操作可能にした。管理画面では空調や照明の操作のほか、建屋全体及び各フロア、エリアごとのエネルギー使用状況がリアルタイムに確認できる(図7、図8)。またユーザー権限によってアクセス可能範囲を制限しており、一般入居者は入切だけ、管理者は設定変更が可能といった運用上の統制にも配慮している。

(2) 連携制御の強化

入居者の操作の手間の省力化や、消し忘れのような人為的要因によるエネルギーロスを削減するため、異なる設備間での運転情報やセンサ情報の共有、それら情報を活用した設備間連携制御を、このシステムによって実現している。次にその具体的な制御内容について述べる。

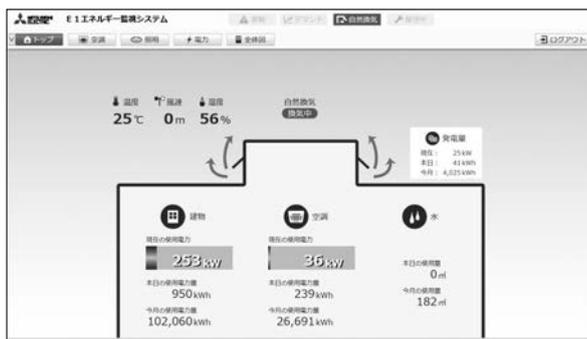


図7. オーバービュー画面(MC Works64)



図8. 事務所空調制御画面(MC Works64)

2.2.2 自然換気システムを活用した最適空調制御

建物中央部の大きな吹き抜けを活用した自然換気システムを導入した。このシステムは、吹き抜け上部に設けた自然換気窓と各フロアの窓を開放することによって吹き抜け部に生じる煙突効果を利用し、各フロアの窓から外気を導入し、吹き抜け上部の窓から熱気を含む空気を排出することで空調・換気動力を抑制するものである。

自然換気システムによって省エネルギー効果の最大化と入居者の快適性維持を両立させるためには、屋内外環境センサ情報に基づく適切な自然換気適否判定と、空調・外調機設備との連携制御が必要である。

(1) 自然換気適否判定

新事務棟の屋上には、温湿度・風速・降雨・CO₂濃度・粉塵(ふんじん)濃度を計測するセンサ群を設置している。自然換気システムでは、これら屋外環境情報に加え屋内環境情報を基に自然換気適否判定を行う。

(2) 空調機・外調機との協調制御

自然換気が実施可能と判断すると、自然換気システムは窓の開放指令出力とともに、エネルギー管理システムを介して設備連携制御を実施する(図9)。空調機は運転を停止し、外調機は冷温水バルブを閉止するとともにファン回転数をエアバランス上必要最低限の風量へ変更する。

外調機は自然換気の実施中も室内環境(温湿度, CO₂)を監視しており、一部のフロアで室内環境が設定値を超過した場合は、このフロアだけ外調機を増速し、必要最低限のエネルギーで室内環境維持を図る。これらの条件制御は全

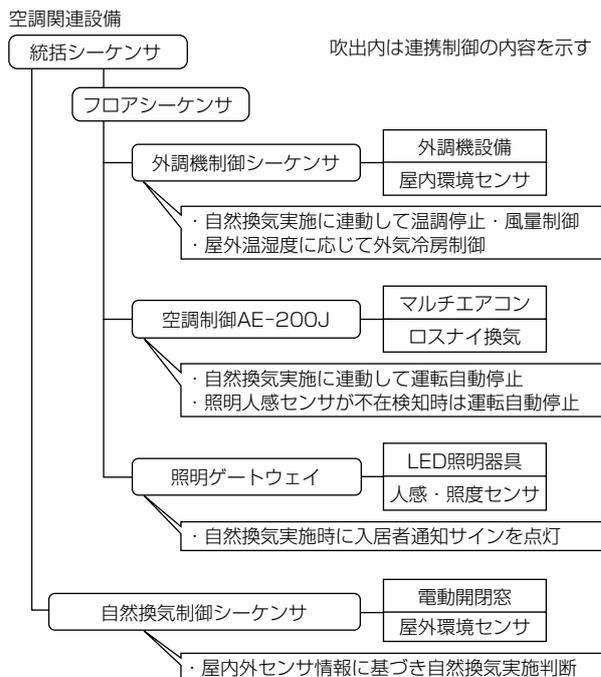


図9. 新事務棟での空調連携制御内容

てエネルギー管理システムを構成するシーケンサとネットワーク対応制御機器間の連携によって実現している。

2.2.3 人感センサ情報活用による省エネルギー連携制御

執務室の照明制御システムに画像センサを用いた人感・照度センサを導入した。従来の焦電型赤外線センサでは検出の難しかったパソコン操作時の小さな動きも高精度に検知することができ、在室時に誤消灯することがなく点灯保持時間短縮による省エネルギー効果の向上と入居者の利便性向上を両立させている。また、検知した在/不在、照度、調光率の情報はエネルギー管理システムで共有でき、現在は在/不在の情報を利用した空調運転制御を行っており、天井隠蔽式空調のような空調用的人感センサのない状況でも、人の在室状況に応じた空調制御を実現している。

3. む す び

e-F@ctoryの活用で実現した連携制御を始めとする運用改善によって、従来人の手では難しかったような細かな制御による省エネルギーが可能になった。今後もシステムの汎用性を活用し、連携制御の拡大・強化や更なる展開を進めることで、システムを有効活用した全体最適による省エネルギーを推進していく。

参 考 文 献

(1) 経済産業省：“省エネルギー技術戦略2016”を策定しました(2016)
<http://www.meti.go.jp/press/2016/09/20160916002/20160916002.html>
 (2) 北田亮平：IoT技術を活用した省エネルギー工場の実現, 三菱電機技報, 91, No.12, 675~679 (2017)