

IoT技術を活用した省エネルギー工場の実現

北田亮平*

Realization of Factory Energy Conservation Based on IoT

Ryohei Kitada

要 旨

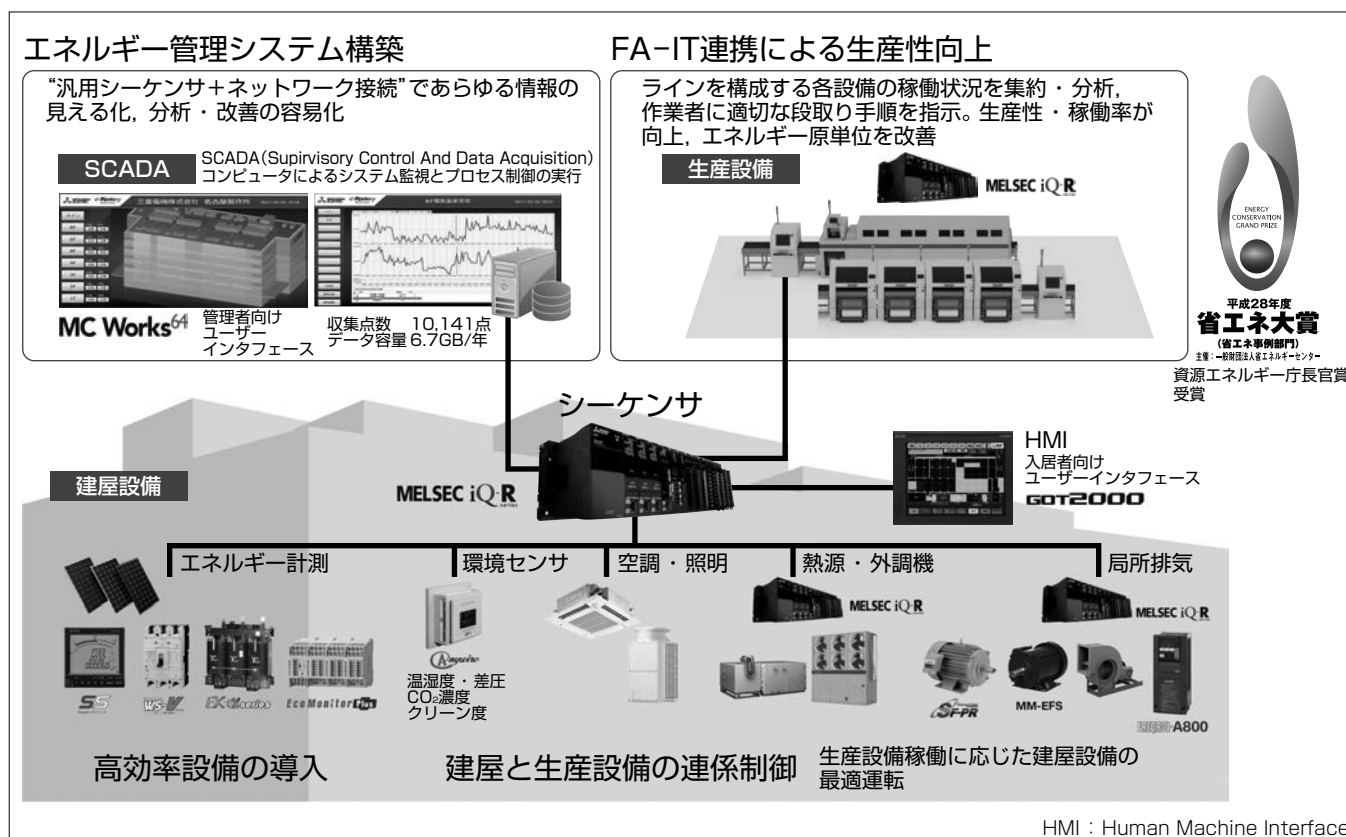
近年、製造業ではIoT(Internet of Things)を活用した生産性や品質の向上への取組みが加速しており、省エネルギーの分野でもセンサ情報やネットワークを活用したエネルギー管理システムの高度化・エネルギー使用の合理化が注目を浴びている。

三菱電機名古屋製作所はFA(ファクトリーオートメーション)機器を中心に多様な製品・サービスを開発・生産する当社FA事業の中核事業所であり、2013年に生産体制整備の一環として“FA機器新生産棟”を建設し、2014年末にかけ順次稼働開始した。FA機器新生産棟ではIoT技術の活用、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”によって、生産設備稼働率向

上による生産性とエネルギー原単位の向上、建屋設備と生産設備との関係制御による設備省エネルギー運用の取組みを行った結果、電力使用原単位-30%の省エネルギーを実現し、名古屋製作所全体のエネルギー使用量でも、新棟建設に伴う増加見込みに対し抑制効果-13%を実現した。

この取組み事例は、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。

今後、システムの汎用性を活用し、生産設備との関係の拡大・強化、海外工場への展開を進めることで、システムを有効活用したエネルギー使用の合理化を進め、また地球温暖化対策にも貢献していく。



FA機器新生産棟での取組み

新生産棟の建設で、空調機や熱源、外調機などに高効率設備を積極導入するとともに、IoT技術の活用、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”による“エネルギー管理システム構築”“FA-IT連携による生産性向上”“建屋設備と生産設備の関係制御”の3点に注力し、生産性の向上・設備省エネルギー運用によるエネルギー原単位の削減に取り組んだ。

1. ま え が き

当社では、創立100周年となる2021年を目標とした“環境ビジョン2021”を策定し、地球温暖化防止に向けた取組みとして当社グループ全体で製品生産時でのCO₂排出量の30%削減(1990年基準)を目指している。

名古屋製作所は1924年に汎用電動機量産工場として操業を開始し、現在はFA機器を中心に多様な製品・サービスを開発・生産する当社FA事業の中核事業所となっている。

近年、世界的にも生産現場の自動化推進に伴ってFA機器の需要が拡大しており、また、震災以降は、安定供給に対する市場要求も高まっている。これに対応する生産体制整備の一環として、名古屋製作所では“FA機器新生産棟”(以下“新生産棟”という。)を建設し、2014年末にかけ順次稼働開始した。

新生産棟では、建物・機器の性能向上に加え、IoT技術の活用、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”による生産性の向上及び設備省エネルギー運用の取組みを行った。

本稿ではその取組みの内容と成果について述べる。

2. 省エネルギーの視点と取組み内容

新生産棟は地上6階建て、免震構造を持つ建物である(図1)。垂直搬送による部品投入から製品組立て・出荷までの一貫生産体制を構築しており、大規模震災が発生した場合でも、FA機器の市場供給継続を可能とした。新生産棟では建築物の省エネルギー化に加え、自社製品・ソリューションを活用した“高効率設備の導入とエネルギー管理システムの構築”“FA-IT連携による生産性向上”“建屋設備と生産設備の連係制御”の3点に注力し、省エネルギー化の取組みを推進した。

2.1 高効率設備の導入とエネルギー管理システムの構築

2.1.1 高効率設備の導入

名古屋製作所の生産機種であるスーパー高効率変圧器、



図1. 名古屋製作所の新生産棟

高性能省エネモータ、インバータを始め、当社の高効率空調機やLED照明等を全面的に採用した。これら高効率設備の導入による削減効果は原油換算-361kl/年である(2008年竣工(しゅんこう)の名古屋製作所ビル棟導入設備を基準とした場合)。

2.1.2 エネルギー管理システムの構築

新生産棟ではエネルギー使用状況だけでなく、あらゆる設備や環境の見える化、生産設備との連係を行うことで、高度なエネルギー監視・制御を実現できるエネルギー管理システムを目指し、FA技術とIT技術を連携させた“e-F@ctory”によるシステムを構築した(図2)。この構成の特長は汎用シーケンサとオープンネットワーク、センサの活用によって、センサ情報や内部設定の見える化を可能にした点である。また、運用開始後の制御変更やチューニングによる最適化に際しても、専用コントローラや調節器に比べプログラムやパラメータの変更が簡単になり、省エネルギー改善活動の推進に多大な効果を発揮するとともに、先々予想されるフロアのレイアウト変更など、生産体制変更への追従も容易になる。

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当社製タッチパネル付き表示器“GOT(Graphic Operation Terminal)”と、施設管理者やエネルギー管理者、省エネルギー推進員等が管理・分析を行うための当社製SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)ソフトウェア“MC Works64”を採用した。各インターフェースの詳細を次に述べる。

(1) タッチパネル付き表示器GOT

図3に示すような制御画面を持つタッチパネル付き表示器GOTを各フロアに数面設置した。各フロアの空調・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が可能である。また、最終退出時にはワンタッチでフロアの全ての空調・照明機器の電源をOFFにすることができ、消灯見回り不要化とエネルギーのムダ削減を実現している。

(2) SCADAソフトウェアMC Works64

1万点以上に及ぶ収集項目点数を基に、ユーザーに対して視覚的に分かりやすく見える化し、的確に使用状況の把握・分析を行うために、SCADAソフトウェアMC Works64を導入した。図4に示すような管理画面を通じて、新生産棟全体の設備・エネルギーの使用状況をリアルタイムで統括管理(監視・制御・記録)することが可能となった。

2.2 FA-IT連携による生産性向上⁽¹⁾

生産規模拡大によって増加する使用電力量を、建屋設備だけでなく生産設備側でも抑制するために、“e-F@ctory”を活用した生産性向上の取組みを行った。

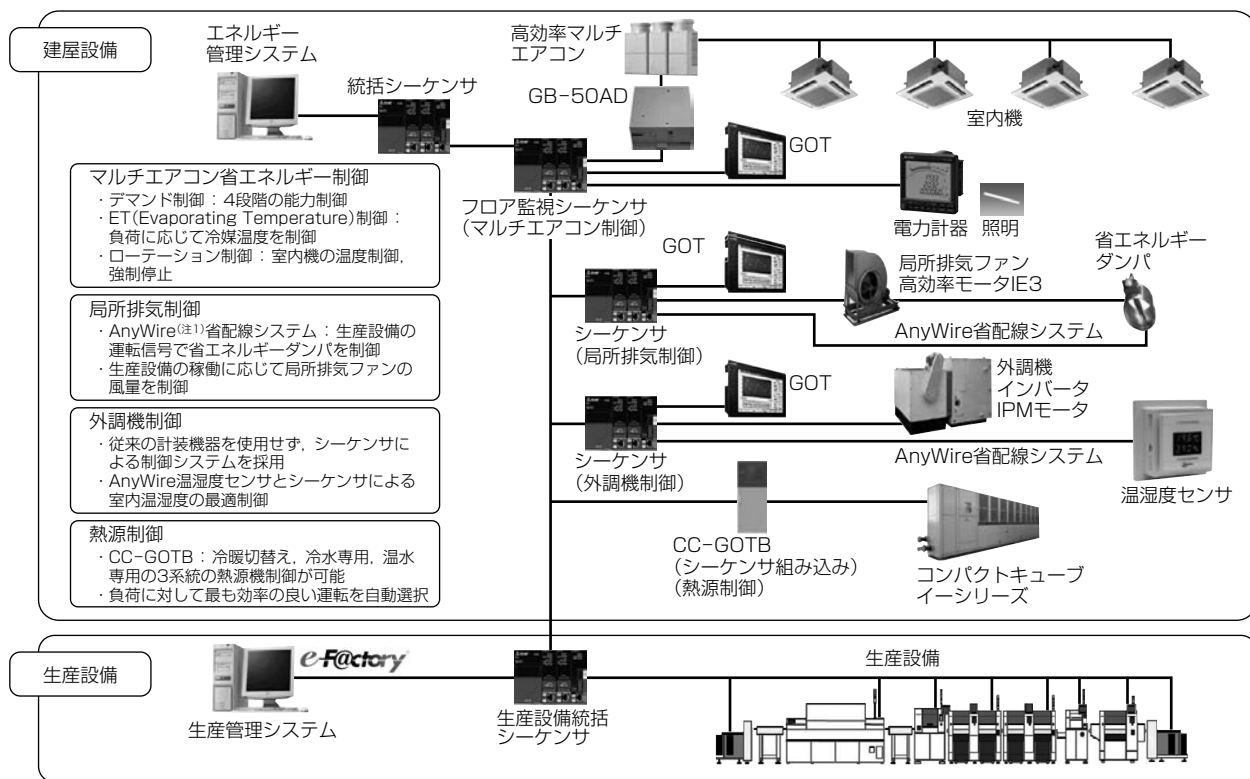
2.2.1 概 要

生産ラインの中でも、特に使用電力量の多い“基板の面

実装ライン”に着目した。このラインにはリフロー炉(リフローはんだ付け用電気炉)が組み込まれており、消費する電力はライン全体の約6割を占める。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、生産性向上に加え、待ち時間削減による消費電力量の削減効果が見込める。

2.2.2 取組み事例

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に示す面実装ライン管理システムを開発した。各設備の稼働状況や装着部品残数、エラー回数をデータベースに集約して分析することによって、稼働率を下げている要因を洗い出した。このシステムで収集した改善前の稼働状況



(注1) AnyWireは、(株)エニワイヤの登録商標である。

GB-50AD, CC-GOTB: 空調管理システム集中コントローラ, IPM: Interior Permanent Magnet

図2. システムの全体構成

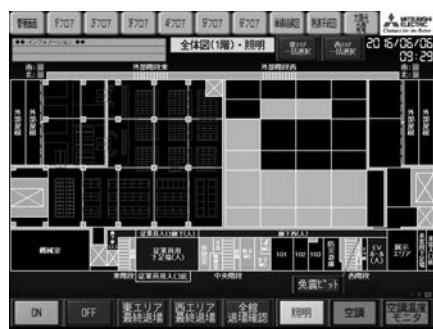
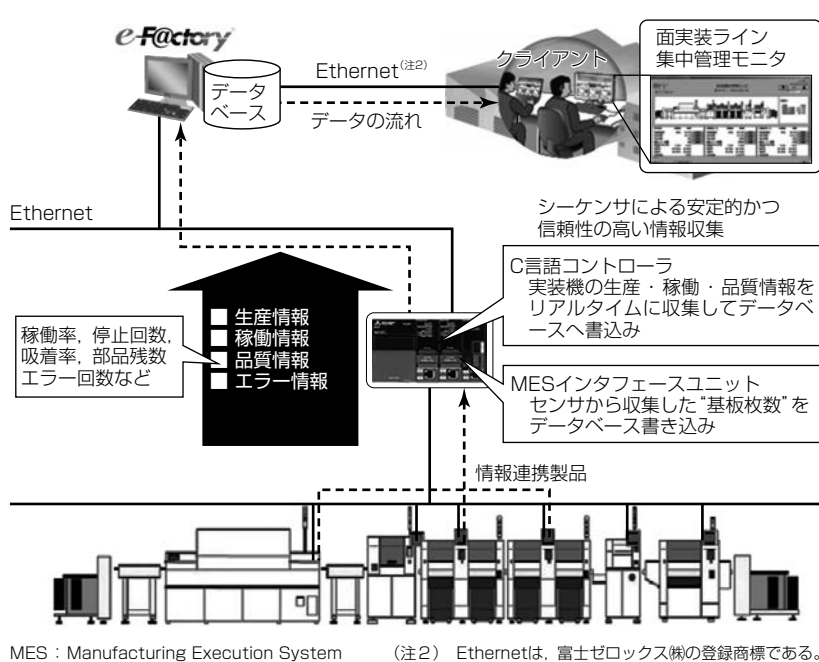


図3. GOTの照明制御画面



図4. MC Works64の空調管理画面



MES: Manufacturing Execution System (注2) Ethernetは、富士ゼロックス(株)の登録商標である。

図5. 面実装ライン管理システム

を図6(a)に示す。その結果、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。このシステムと生産管理システムの情報を連動させ、複数ラインに対する段取りの優先順位付けを行い、作業員に対して各ラインの稼働残時間の見える化、適切な段取り順の指示を行うシステムを開発・導入し、作業員待ち時間の削減を図った。

このシステム運用後の稼働状況を図6(b)、改善効果を示したグラフを図7に示す。待ち時間の削減によって、改善前に比べ稼働率・生産高が向上し、エネルギー原単位を改善した。

2.3 建屋設備と生産設備の連係制御

建屋設備側と生産設備側それぞれの取組みに加え、FA機器とオープンネットワークの汎用性を活用して双方を接続し、建屋設備(空調設備、局所排気設備)と生産設備の連

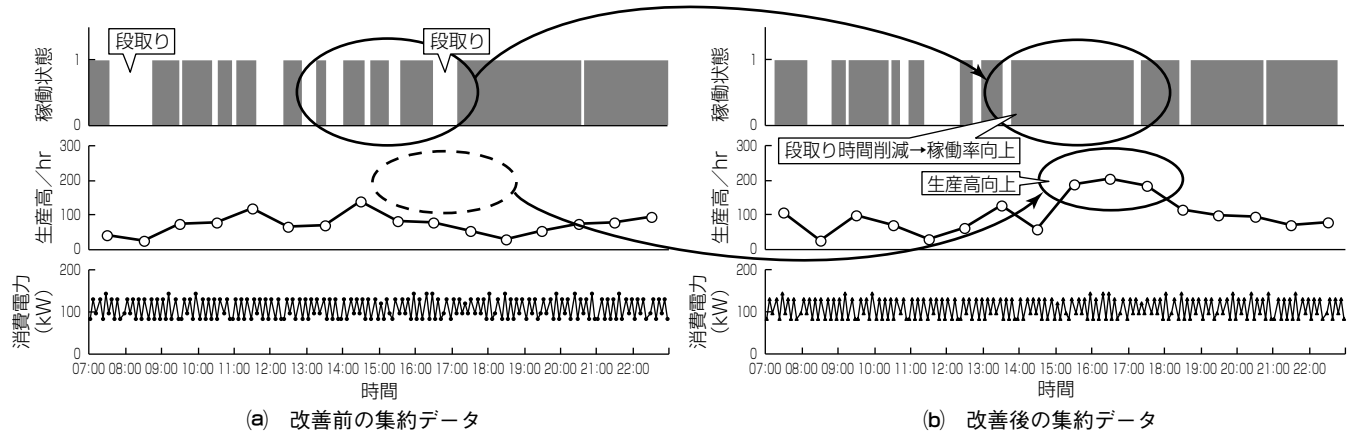


図6. 稼働状況の集約データ

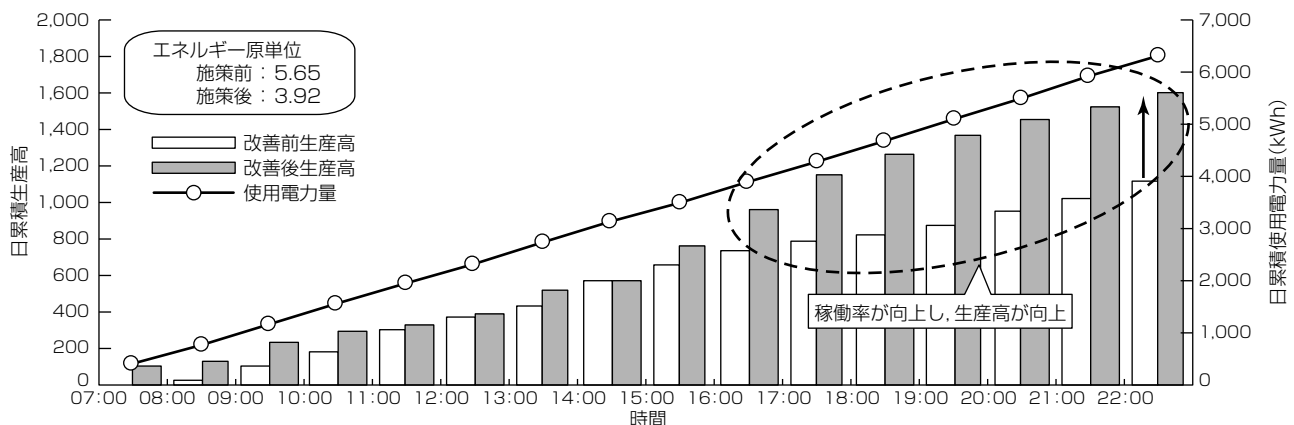


図7. 改善による効果

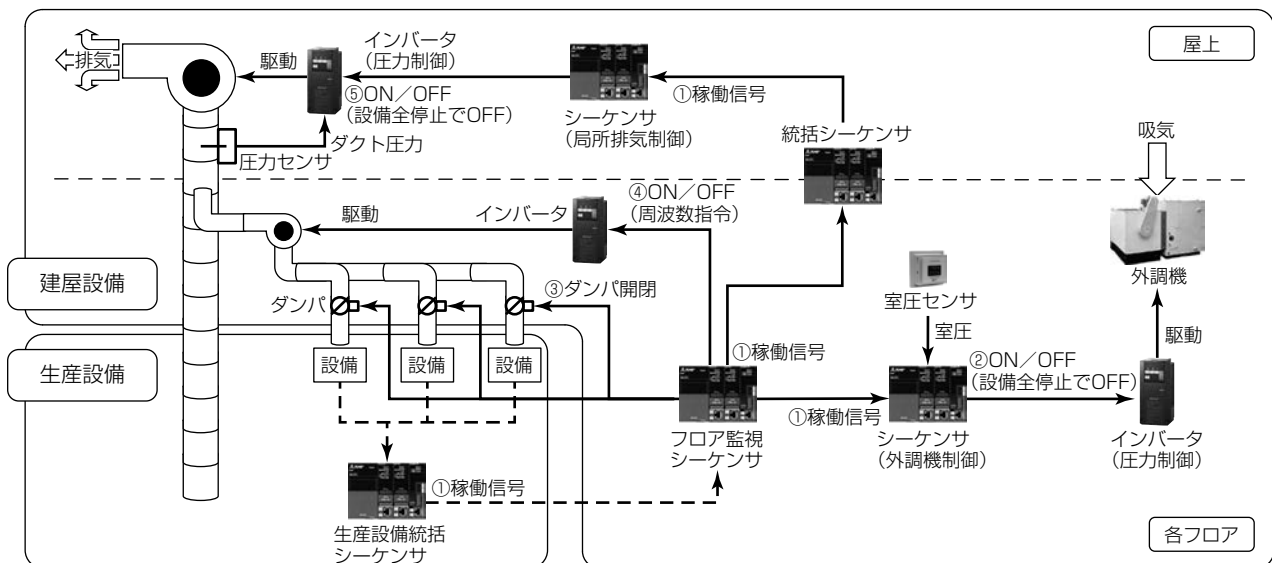


図8. 連係制御のシステム構成

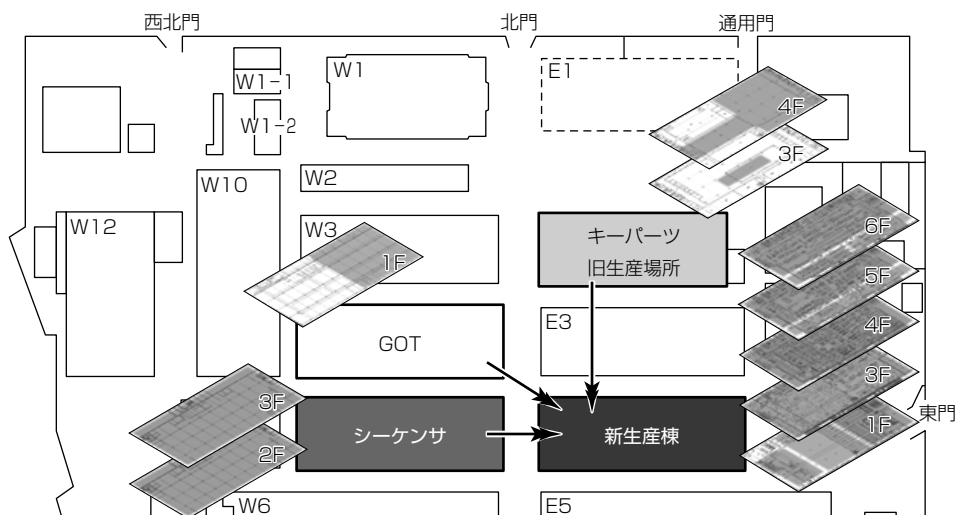


図9. 各品目生産場所の移動イメージ

係制御による、更なるエネルギーロスの削減を実現した。

連係制御に係るシステムの構成を図8に示す。局所排気が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(図8①)。設備の稼働信号に基づき、建屋側では“外調機起動”“局所排気ダクトダンパ開”“局所排気ファンインバータ起動”(図8②～⑤)を行う。

また、稼働する生産設備の種類・台数に応じて局所排気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なときに必要な分だけ稼働する仕組みを実現した。

3. 成 果

新生産棟ではシーケンサ、GOT、駆動系キーパーツ(以下“キーパーツ”という。)の3品目を主に生産している。新生産棟建設前はそれぞれ別の建物で、フロアも分散した状態で生産を行っていたものを、新生産棟に集中させることで、2章の取組みに必要な投資の効率化を図った(図9)。

これら3品目について、移転前後での面積・生産高の変化を考慮した電力使用原単位($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$)を定義し、品目別の電力使用原単位の変化を計算した。その結果、シーケンサは-37%、GOTは-37%、キーパーツは-22%となり、3品目全体では移転前に比べ電力使用原単位で30%($362\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$)の削減を実現した(図10)。

また、従来製作所全体で実施している高効率機器への更新、エネルギーロス削減等の地道な省エネルギー改善を含めた一連の活動による製作所全体使用電力量の抑制効果を、移転後(2015年)の実績値と、特に取組みを行わない場合の推定値との比較によって算定した。その結果、新生産棟建設に伴う年間使用電力量の増加に対する抑制効果は、製作所全体で-13%(-9,273 $\text{kWh}/\text{年}$ (原油換算-2,351 $\text{kl}/\text{年}$))と推定する(図11)。

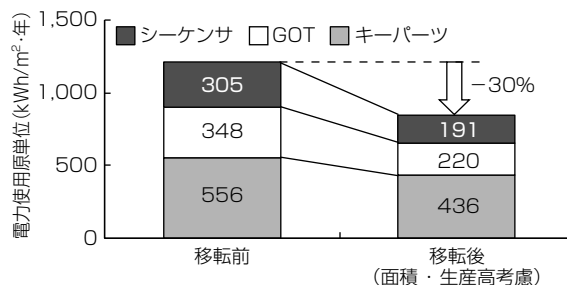


図10. 移転前後での電力使用原単位比較

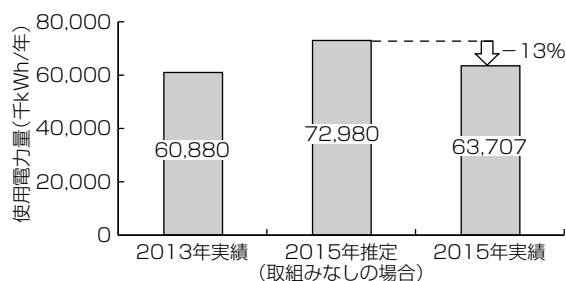


図11. 製作所全体の年間使用電力量削減効果

4. む す び

新生産棟は稼働から約3年が経過し、実運転データが大量に収集できたことで更なる改善の可能性も見いだせている。今後は、蓄積したデータを基に分析からチューニング・運用改善による改善サイクルを継続的に実施し、省エネルギー活動を進めていく。また、システムの汎用性を活用し、生産設備との関係の拡大・強化、海外工場への展開を進めることで、システムを有効活用したエネルギー使用の合理化を進めていく。

参 考 文 献

- (1) 神原一博, ほか: IoTを活用した生産技術の革新, 三菱電機技報, 91, No.4, 249~252 (2017)