

工場・産業プラントの設備インフラを支える FAコンポーネント

Automation Components for Factories and Industrial Plants

高橋 一郎 藤原 克弘 山田 雅之
Takahashi Ichiro Fujiwara Katsuhiko Yamada Masayuki

日立グループは、工場・産業プラントで使用するFAコンポーネントを提供し、工場・産業プラント設備のインフラを支えるためのソリューションを構築している。これらのコンポーネントはエネルギー効率を高めて、省エネルギー化を図っている。また、海外の工場・産業プラントで使用することを考慮し、国際規格に対応した標準化を進めている。さらに、プラントの稼働状況をモニタし、また運転条件のパラメータを通信で変更するため、FAネットワークに接続する機能を持つ。

1. はじめに

2011年の東日本大震災を経て、国内では電力不足と電力価格の高騰に対応するため、工場・産業プラントのエネルギー効率を高めるとともに、エネルギーの使用量を管理して、省エネルギーを達成するソリューションへのニーズ

が高まっている。また、世界経済の原動力となっている新興市場のニーズに対応した製品を製造するとともに、価格競争力を高めるため、国内のメーカー各社が工場・産業プラントを海外へ移動する傾向が加速している。

一方、海外と国内の工場・産業プラント間の情報通信では、従来はコンピュータとコンピュータの間の情報機器どうしの通信だけだったが、海外の工場・産業プラントの生産現場の生データをインターネットを利用して国内に送信し、国内においてエンジニアが製造データの情報を解析するというニーズが生じている。

日立グループでは、工場・産業プラントの設備の中で使用されるFA (Factory Automation) コンポーネントを、主に株式会社日立産機システムと株式会社日立プラントテクノロジーで製造している。

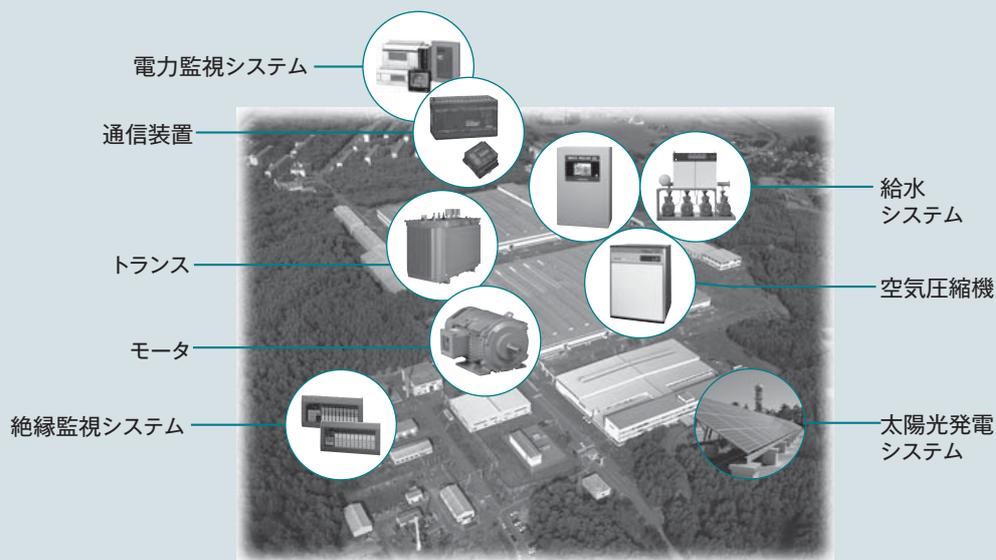


図1 | 工場・産業プラント内に点在するFAコンポーネント

FA (Factory Automation) コンポーネントは、電気、圧縮空気、工業用水などを供給するために、工場・産業プラント内に点在している。

ここでは、工場・産業プラントの設備インフラを支えるFAコンポーネントの動向について述べる。

2. 工場・産業プラント内で使用されるコンポーネント

工場・産業プラント内で使用され、そのインフラを支えるコンポーネントは、動力や電気、圧縮空気、工業用水などを供給する。また、それらのコンポーネントは、その運転状態のデータを上位のコンピュータへ提供し、工場・産業プラント内の各所に点在している（図1参照）。

2.1 エネルギー効率の向上

工場・産業プラントの生産設備のエネルギー効率を向上するには、それらの設備に回転動力を供給するモータの効率向上が重要となる。モータは産業用電力消費の60～70%を占めると言われており、工場・産業プラントのエネルギー効率を向上するために中心となるコンポーネントである。

モータのエネルギー効率を高めるには、使用条件に適したモータの材料や構造を選択することが必要となる。そのために、コンピュータで磁性材料の磁気特性を計算し、モータ材料の形状の中から最適なパラメータを選択してモータを設計することが重要である。

IEC (International Electrotechnical Commission) で議論されているモータ効率の規格を図2に示す。現在、モータの中で多数を占めるインダクションモータでは、高効率化により、IEC規格(IEC6003430-30)において、IE3として定めるモータの効率を達成する製品が市場に出た。今後IEC規格で制定が予定されているIE4の効率を達成するには、モータ単体の効率向上とともに、インバータやサーボコントローラなどのモータ制御のコントローラの利用が不可欠である。

2012年7月から、再生可能エネルギーの固定価格買取制度がスタートした。これにより、再生可能エネルギー利用の採算が評価できるようになった。再生可能エネルギーを利用するためには、太陽光発電装置や、水力発電装置により発電されるDC (Direct Current) 電力を工場内で使用しやすいAC (Alternating Current) 電源に変換するパワーコンディショナが必要となる。

このほか、電力会社から工場に供給される高圧線を使用する電圧に変電するトランスを効率化することにより、エネルギー損失を削減できる。さらに、工場全体のエネルギー効率向上を図るため、工場内電力の使用量を監視、記録して、電力消費のむだを見つけ出す電力監視システムを構築するコンポーネントが必要となる。

日立グループは、工場・産業プラントでの使用に適した

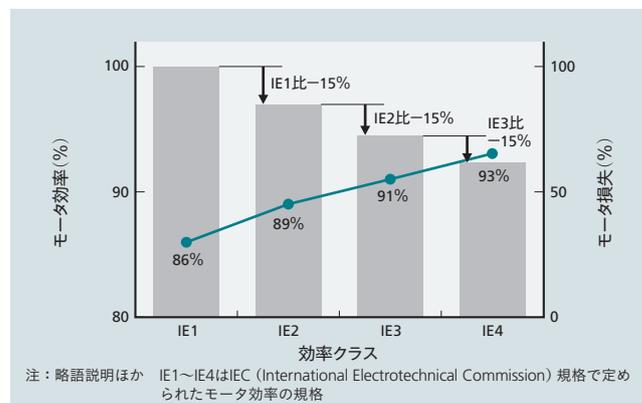


図2 | IEC規格で定められたモータ効率の規格

IE1からIE3は制定済みで、IE4は検討中の規格である。

これらのコンポーネントを提供している。

2.2 国際規格への対応

海外の工場・産業プラントのインフラを構築するためのコンポーネントを提供するには、国際規格への対応が不可欠である。従来から制定されてきた製品単体の仕様に関する国際規格とともに、新たにIEC, ISO (International Organization for Standardization), UL (Underwriters Laboratories Inc.), CE (Conformité Européenne) などの国際機関では、省エネルギー、安全、通信などの各種のコンポーネントに対して横断的に適用される規格が制定されつつある。

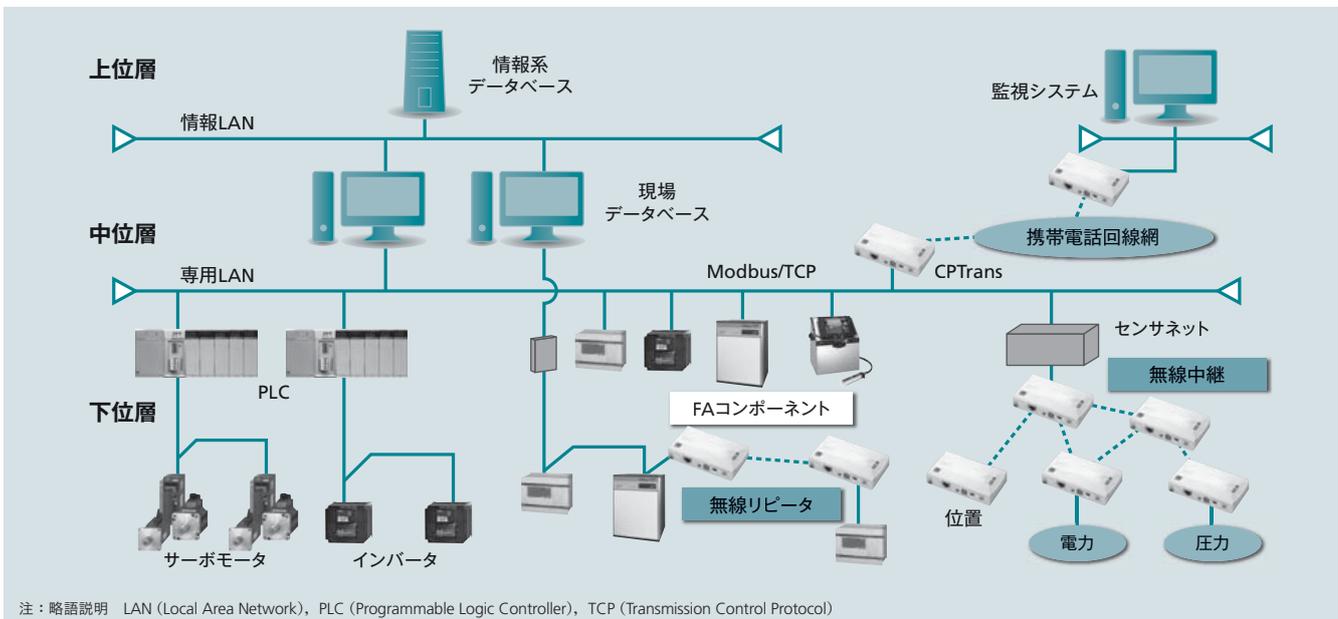
日立グループは、それらの規格に対応したコンポーネントを提供している。特に、インバータ、サーボなどのコンポーネントでは安全の規格(UL, CEなど)を取得してきた。また、製品の性能を測定するための測定方法の規格が制定されるとともに、製品の安全や通信が規格を満足しているかを認定する認証機関が設立され、これらの認証機関による認証を取得している。

2.3 FAネットワークの構築

工場・産業プラント内で使用するFAネットワークは、図3に示す階層構造を持つ。上位層で製造ラインのデータを集約するパソコン、中位層に位置して現場のモータやドライブなどを制御するとともに、それらのデータを集約してPLC (Programmable Logic Controller) と接続するPC (Personal Computer)、および下位層に位置するモータ・ドライブなどの機器がある。PLCは、イーサネットやDeviceNet, Modbus^{※)}などの多様なネットワークに接続可能なFAネットワークの中心となるコンポーネントである。

FAネットワークに無線を利用することにより、生産設

※) Modbusは、Schneider Electric社の商標または登録商標である。



注：略語説明 LAN (Local Area Network), PLC (Programmable Logic Controller), TCP (Transmission Control Protocol)

図3 | 工場・産業プラント内のFAネットワーク

FAコンポーネントの運転データを上位に送信するFAネットワークの概略を示す。

備の更新や配置換え，増設に対して配線のコストを低減する利点がある。従来から使用されている無線LAN (Local Area Network) は，工場内のような運搬用の移動体が走行する場合に，無線環境に変化があり，混信や通信の一時的な中断の可能性があるため，生産現場での無線の信頼性に課題があった。産業用の無線コンポーネントは産業用に使用される独自の通信周波数 (920 MHz など) を持ち，工場・産業プラントに混信の少ない安定した通信インフラを提供する。また，携帯電話回線を利用した無線装置を使用する場合には，工場・産業プラントの設備をインターネットに接続して，リモート監視するソリューションを提供できる。

3. 高効率を達成するFAコンポーネント

高効率を特徴を持つFAコンポーネントの動向を，以下に紹介する。



図4 | リアアースモータの外観

従来型モータに比べ全長の短いリアアースレスモータの外観を示す。

3.1 高効率モータとモータ制御コンポーネント

日立グループは，モータの鉄心にアモルファス金属を採用することで，レアアースを用いない11 kWの永久磁石同期モータを開発した (図4参照)。このモータは，IECのエネルギー効率のガイドラインであるIE4に適合するエネルギー効率93%を達成している。また，このモータは全長を短くできるという特徴があり，今後このような特徴を生かした分野で製品化を進めていく。

モータをインバータで駆動すると，モータの回転数を上げすぎずに，必要な回転数で回転させて，省エネルギーを図るソリューションを提供できる。工作機やポンプ，ファンなどの駆動に，インバータとモータの組み合わせを採用している (図5参照)。

3.2 ユーティリティを供給するコンポーネント

圧縮空気，水などのユーティリティを提供するコンポー



図5 | モータとインバータによるエネルギー効率向上

モータとインバータを組み合わせることにより，工作機械などの省エネルギー化に効果がある。



図6 | 空気圧縮機および給水ユニット
永久磁石同期モータ、およびコントローラにより高効率化を図っている。

ネットは、工場・産業プラントのインフラを支えている。

空気圧縮機は、永久磁石同期モータを採用し、コントローラにインバータを採用することにより、高効率な運転が可能である(図6参照)。また、中・大容量の空気圧縮機には、流体解析技術を駆使して高効率を達成した新型オイルフリースクリーウ圧縮機およびオイルフリーターボ圧縮機のシリーズを有し、クリーンな空気の提供とともに幅広い省エネルギー運転のニーズに対応している(図7参照)。

給水システムでは、高効率なIE3対応モータを採用して総合効率を従来比で約4%向上させた。さらにインバータを採用することにより、給水条件に合わせた回転数で、ポンプの運転を効率化する(図8参照)。

高効率な変圧器として、鉄心用素材にアモルファス合金を採用するとともに、巻線構造の改良を行い、無負荷損、負荷損を低減して効率化を図ったアモルファス変圧器を提供している。主に、工場・産業プラントの受電に利用され



図7 | オイルフリースクリーウおよびターボ圧縮機
クリーンな空気を提供し、幅広い省エネルギー運転に対応する。

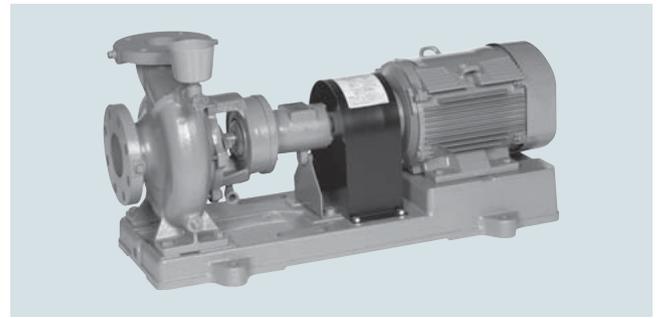


図8 | IE3モータ搭載の省エネルギーポンプ
IE3高効率モータを採用し、省エネルギー化を図っている。

ている(図9参照)。

3.3 パワーコンディショナ

パワーコンディショナは、太陽電池の直流出力を、工場・産業プラント内で利用しやすい交流に変換する装置である。100 kWシリーズと10 kWシリーズがあり、工場・産業プラント内での発電を可能にして、トータルなエネルギーの効率向上を可能とする(図10参照)。

工場・産業プラント内で発電した電力を売電するために、商用の電力系統への連系に必要な保護機能を備えている。最大電力追従制御機能を持ち、太陽光の急激な変動に追従して、最大電力変換効率96.3%を達成している。

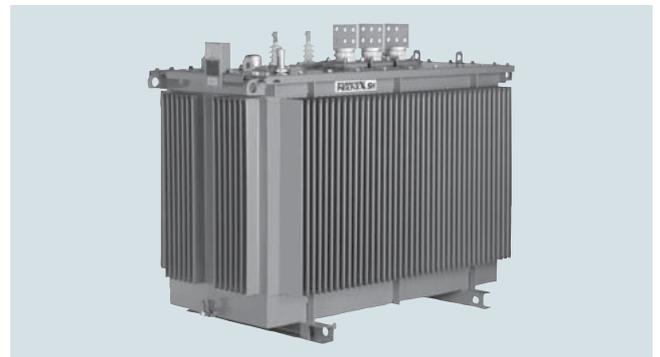


図9 | アモルファス変圧器
アモルファス合金を利用して高効率化を図っている。



図10 | パワーコンディショナ
太陽電池の直流出力を、工場・産業プラント内で利用しやすい交流に変換する。



図11 | 電力監視ユニット

工場・産業プラントのエネルギーのむだを見つける。

3.4 監視装置・通信装置

工場・産業プラントの動力やユーティリティを供給するコンポーネントとともに、これらの設備のエネルギー使用量を監視するためのコンポーネントを提供している。

電力監視システムでは、電力監視ユニット、状態監視ユニットなど、目的に応じた機器を用意し、工場・産業プラント内の有線と無線のFAネットワークを利用して、電圧、電流、電力量、温度、圧力、流量、警報、漏れ電流などを測定する。また、Modbusなどの標準の通信手順で通信するため、他メーカーのセンサーと共存させたソリューションの提供が可能である(図11参照)。

Webコントローラは、アナログとデジタルの信号を入力する端子を持ち、それらのデータを上位のパソコンのインタフェースに合わせてデータ処理をした後、イーサネットを利用して、そのデータも伝送するコンポーネントである。Webコントローラにより、イーサネット接続機能を持たないFAコンポーネントのデータも上位に送信することが可能となる。また、ワイヤレスモニタは、センサのデータを無線で上位のPCに送信するもので、温度センサを内蔵したワイヤレスモニタも提供している(図12参照)。

さらに、工場・産業プラントの最終の出荷段階の設備に設置して、製品や製品の梱(こん)包にトレーサビリティのために必要なデータを印字するインクジェットプリンタがある。インクジェットプリンタはコンベアの動作に連動して、製造年月日、製品のロット番号、バーコードなどを



図12 | Webコントローラ、ワイヤレスモニタ

FAコンポーネントのデータを上位に送信する。



図13 | インクジェットプリンタ

トレーサビリティのために必要なデータを印字するコンポーネントである。

印字する(図13参照)。

4. おわりに

エネルギー効率の向上による省エネルギー化が求められており、モータ効率の向上、インバータなどによるモータ制御の高度化、むだを排除するための電力監視システムなどが望まれている。また、海外で工場・産業プラントのインフラを構築するためには、さまざまな国際規格の順守が必要である。さらに、場内に散在するFAコンポーネントを一元的に管理するために、これらを接続するFAネットワークの構築が求められる。

こうした課題に応えるソリューションとして、日立グループの高効率モータ、空気圧縮機、パワーコンディショナ、監視・通信装置などの概要と特長を述べた。

参考文献

- 1) 平成21年度省エネルギー設備導入促進指導事業報告書、財団法人エネルギー総合工学研究所(2010.3)
- 2) IEC60034-30Ed. 1.0(2008)

執筆者紹介



高橋 一郎

1981年日立製作所入社、株式会社日立産機システム 研究開発センタ 所属

現在、知能型物流支援ロボットシステム「Lapi」の開発に従事



藤原 克弘

1978年日立製作所入社、株式会社日立産機システム 事業統括本部 事業管理部 所属

現在、日立産機システム製品の事業管理に従事



山田 雅之

1978年日立製作所入社、株式会社日立プラントテクノロジー 社会・産業システム事業本部 電機・制御技術本部 所属

現在、空気圧縮機の事業管理に従事