

# クランプ式無線電力センサ「FeMIEL-SC」「FeMIEL-WL」によるエネルギーの見える化

Visualization of Energy by “FeMIEL-SC” and “FeMIEL-WL” Clamp-on Wireless Power Sensors

項 東輝 XIANG Donghui

太田 英樹 OTA Hideki

中野 年康 NAKANO Toshiyasu

EMSの基本機能として、電力をはじめとするエネルギーの計測による見える化が必要である。計測機器の低価格化や選択肢の多様化が進んでいるが、計測箇所が離れている場合、設置・配線工事費が増大し、電力計測システムの導入を阻む要因となっている。そこで、CTをクランプ式にし、無線通信を使用することで工事費の低減を図るクランプ式無線電力センサ「FeMIEL-SC」「FeMIEL-WL」を開発し、発売した。汎用無線LANと周波数帯が異なる920MHz特定小電力無線の採用と、通信エラーによる欠測を回避する連送機能により、フィールドテストでシステムの安定性を実証した。

As a basic function of EMS, visualization of energy including electric power by measurement is necessary. While measuring equipment prices are falling and options are becoming increasingly diversified, the installation and wiring costs increase when points of measurement are distant, and this is a factor hindering the introduction of power measurement systems. To address this issue, Fuji Electric has developed and released clamp-on wireless power sensors “FeMIEL-SC” and “FeMIEL-WL” that help to reduce work cost by using wireless communication. Stabilization of the system, which has adopted 920 MHz-band specified low-power radio waves with a frequency band different from that of general-purpose wireless LAN and the successive transmission function to avoid missed measurement due to communication errors, has been demonstrated by field testing.

## 1 まえがき

「エネルギーの使用の合理化に関する法律」（省エネ法）の改正やエネルギーマネジメントに関する国際規格（ISO50001）などの制定に加え、東日本大震災の影響によるエネルギー供給の逼迫（ひっばく）やエネルギーコストの上昇が起きている。このことから、日本では、エネルギー消費の低減や、電力需要のピーク時における系統電力の使用の低減などの要求が厳しくなってきている。

富士電機は、長年の計測・制御・情報の技術を生かし、エネルギーに関するさまざまな課題を解決するエネルギーマネジメントシステム（EMS）を開発し、提供してきた<sup>(1)</sup>。

EMSは、エネルギーに関する情報をはじめ、対象とする地域、施設、設備のさまざまな情報を収集し、エネルギーの見える化、分析、予測、最適計画、最適制御などの機能により、省エネルギー（省エネ）やエネルギーの最適

運用を実現している<sup>(1),(2),(3)</sup>。






EMSには基本機能として、電力をはじめとするエネルギーの計測による見える化が必要である。富士電機の一般需要家向けの主な電力計測機器を表1に示す。

1回路電力計測、多回路電力計測、電力以外のアナログ計測など、計測点数、計測場所など顧客のニーズに応じて、電力計測機器をラインアップしている。

一方、電力計測システムの構築に当たって、計測機器の低価格化が進んでいるとはいえ、計測箇所が離れている場合、設置・配線工事費が大きな割合を占め、システムの導入を阻む大きな要因となっている。また、現場の作業を続ける必要がある場合には、停電することができずに設置工事ができないことにしばしば直面する。

このような課題を解決するために、クランプ式無線電力センサ「FeMIEL-SC」「FeMIEL-WL」を開発し、発売した<sup>(4)</sup>。本稿では、FeMIEL-SCとFeMIEL-WLによる電

表1 一般需要家向けの主な電力計測機器

製品名	FeMIEL	Power SATELITE II	F-MPC04E	F-MPC04P	FeMIEL-SC・FeMIEL-WL
外観					
特徴	マルチ計測	マルチ計測（GPS同時計測）	電力1点計測	電力8点計測	クランプ式無線電力計測
計測対象	電力諸量 <sup>*1</sup> 、アナログ量、パルス積算	電力諸量、アナログ量、パルス積算	電力諸量	電力諸量	電力、電力量、電流
計測数	電力1、アナログ1（DO付き）、パルス1点	電力7点（単相時）もしくはアナログ+パルス計8点	電力1点	電力8点	子局：電力1点 受信機：電力31点
通信機能	RS-485, Ethernet <sup>*2</sup>	RS-485, RS-232C, Ethernet	RS-485	RS-485	920MHz特定小電力無線 IEEE802.15.4g準用
メモリ	内蔵メモリ	CFカード	SDカード	—	内蔵メモリ

\*1 電力諸量：電力量、電圧、電流、有効電力、無効電力、力率

\*2 Ethernet：富士ゼロックス株式会社の商標または登録商標

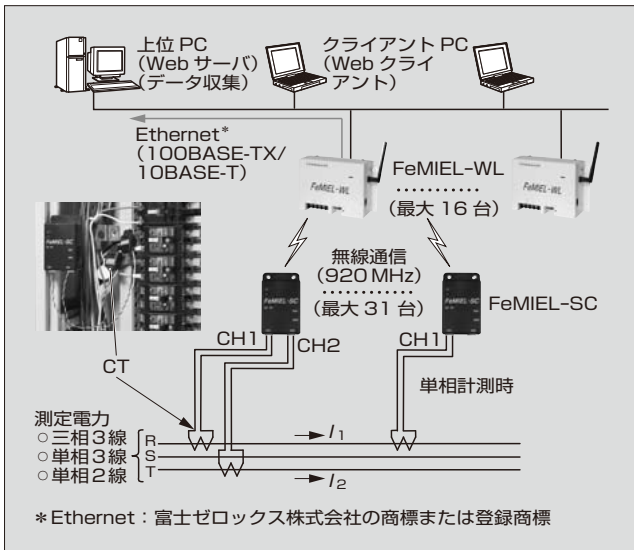


図1 クランプ式無線電力計測システムの構成

力計測システムの構成、機能概要およびエネルギー見える化への適用例について述べる。

## 2 クランプ式無線電力センサ

### 2.1 電力計測システムの構成および機能概要

図1にクランプ式無線電力センサによる電力計測システムの構成を示す。本システムは、電力を計測するクランプ式無線電力センサ FeMIEL-SC (子局) と計測したデータを受信する無線受信機 FeMIEL-WL (受信機)、ならびに電力設備全体の電力の見える化を行う上位 PC にインストールする見える化ツール「MIEL-Bande」で構成する。

クランプ式無線電力センサによる電力計測システムは次の特徴を持つ。

- (a) CTがクランプ式なので停電することなく簡単に取り付けることができる。
- (b) 無線通信の採用により、通信配線が不要であるため、線材コスト・配線工事費の削減ができるとともに、作業を継続したままでの工事が可能である。
- (c) 計測電流から電源を取得する自己給電方式により、電源配線工事が不要であり、電池を用いていないので交換・メンテナンスが不要である。

### 2.2 機器仕様

#### (1) 子局「FeMIEL-SC」

子局 FeMIEL-SC は、電流計測チャンネルを二つ持ち、クランプ式 CT を計測対象の電力線に接続して使用する。電流を1分周期で計測し、受信機に無線で送信する。図2に示すように、クランプ式 CT からの電流を、計測と電源のコンデンサへの充電に切り替えながら間欠的に計測する。これにより低消費電力と電池なしによる駆動を実現しており、負荷電流遮断後3分間の継続動作を可能としている。子局の仕様を表2に示す。

#### (2) 受信機「FeMIEL-WL」

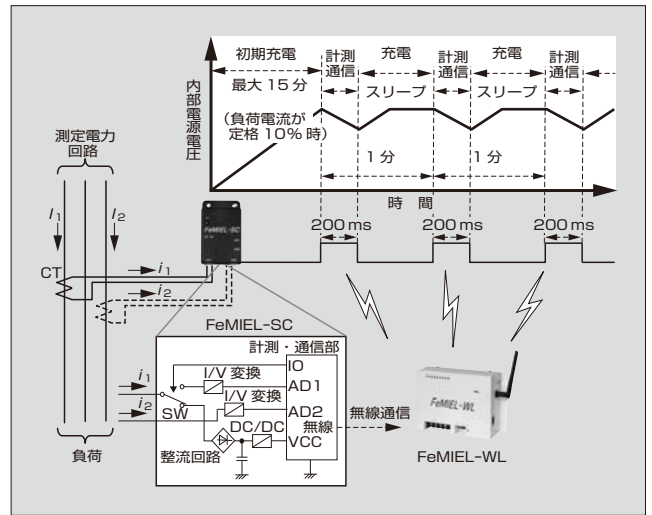


図2 子局「FeMIEL-SC」の動作原理

表2 子局「FeMIEL-SC」の仕様

項目	仕様
寸法	W55×H91×D32 (mm)
質量	75 g
電流計測	クランプCT (1次定格電流) 5 A, 50 A, 100 A, 250 A, 400 A
計測精度	電流計測のみ ±1.0% F.S. (CT誤差含まず)
通信間隔	1分
無線通信方式	920 MHz, 20 mW, 国内電波法認証取得済 IEEE802.15.4g準用
送信データ	電流 $I_1$ (A), 電流 $I_2$ (A), $I_1 + I_2$ の合計の積算値
動作温度, 湿度	0~50℃, 30~90%RH
使用雰囲気	腐食性ガスがないこと
設置方式	ねじ止め, タイラップ止め

表3 受信機「FeMIEL-WL」の仕様

項目	仕様
寸法	W176×H113×D58.2 (mm) (突起物含まず)
質量	750g
無線通信方式	920 MHz, 20 mW, 国内電波法認証取得済 IEEE802.15.4g準用
Ethernet*通信	汎用100BASE-T/100BASE-TX HTTP, FTP(PCとの通信インタフェース)
送信データ	電流 $I_1$ (A), 電流 $I_2$ (A), 電力 $P$ (kW), 電力量 $P_t$ (kWh), 設定電圧 $V$ (V), 設定力率 $\phi$
子局接続台数	最大31台
動作温度, 湿度	0~50℃, 30~90%RH
使用雰囲気	腐食性ガスがないこと
設置方式	DINレール, ねじ止め

\*Ethernet：富士ゼロックス株式会社の商標または登録商標

受信機 FeMIEL-WL は、1台につき最大31台の子局の計測値を収集する。子局から受信した電流計測値とあらかじめ受信機に設定した電圧と力率の値を使用して、電力量と瞬時電力を求めている。受信機は、31台の子局データを内部の不揮発性メモリに1週間分蓄積できる。受信機の仕様を表3に示す。

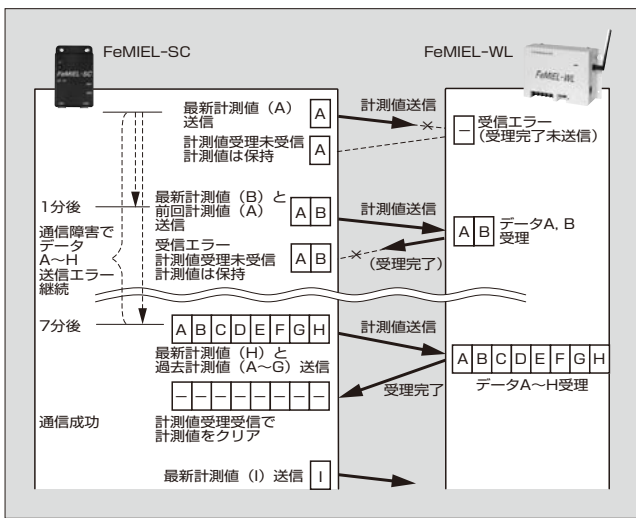


図3 通信手順

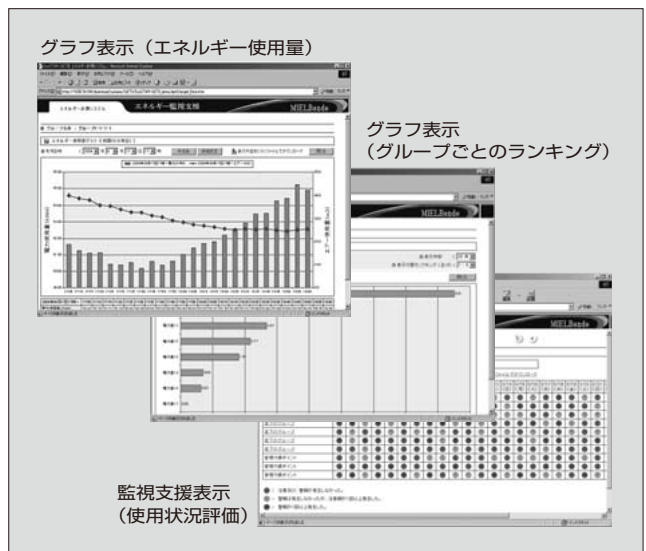


図4 見える化ツール「MIEL-Bande」の画面例

## 2.3 無線通信

### (1) 無線通信の仕様

子局と受信機間の通信には、920 MHzの特定小電力無線を採用した。920 MHzの無線は汎用の無線LANと周波数帯域が異なるため、干渉による通信エラーが発生しないという利点がある。通信速度は100 kbits/sである。なお、無線出力は20 mWであり、通信距離は見通しが良い環境で100 mである。

### (2) 通信障害対策機能

無線通信は通信経路の障害物や障害電波により通信品質が悪くなり、計測値が欠損する恐れがある。通常はリトライによる再送が考えられるが、子局は、消費電力を抑えるため1分周期の間欠動作であり、通信手順の増加で消費電力が増えるという課題があった。そこで、図3に示すように子局は計測値送信後、受信機からの受信完了の信号を受信できない場合、最新の計測値と合わせて、再度その計測値を送信する。この再送を最大8分間繰り返す8連送機能を付加し、さらに、子局で電流の積算値を管理することで、最小限の通信手順で通信エラーによる欠測を回避している。

## 2.4 見える化ツール「MIEL-Bande」

見える化ツールMIEL-Bandeは、電力計測システムの上位PCにインストールするものであり、受信機からWebを経由して収集したデータを画面に表示する。主な機能を表4に、グラフ表示例を図4に示す。電力量など

表4 見える化ツール「MIEL-Bande」の機能

機能	項目
グラフ表示	エネルギー使用量、各計測値、エネルギーコスト、原単位、ランキング（過去のデータとの比較表示が可能）
帳票出力	日報、週報、月報、年報
監視支援	エネルギー使用状況評価、上下限值設定によるエネルギー使用量の監視、eメールによる管理者通知

のエネルギー使用量の他に生産量を入力し、階層構造に分類したグループ単位や計測点ごとに、エネルギー使用量やコスト、原単位をグラフで表示することが可能である。さらに、通信障害時の解析を可能とする全通信ログ記録機能（メーカー支援用）も備えている。

MIEL-Bandeは、有線タイプの従来製品であるコンパクトマルチ計測端末「FeMIEL」とも連携でき、無線と有線が混在した電力計測システムを構築できる。この電力計測システムは受信機がHTTPやFTPの汎用通信プロトコルを採用しているため、エネルギーコントローラである「Green Terminal」や上位のEMS、他社システムとの連携が容易である。

## 3 適用事例

### 3.1 リネン工場でのフィールドテスト

電力計測システムをリネン工場では、図5に示すように子局7台、受信機1台の構成で設置し、フィールドテストを実施した。複数の建屋をまたぐ設置となり、容易に通信配線を敷設することができないことから無線通信が適している。

子局と受信機との間の最大距離は60 m程度である。建屋およびフロア間の通信であり、障害物も多いことから無線通信の環境としては厳しい状況であったが、無線電波強度としては-80 dBm以上あれば、問題なく通信できることが確認できた。これは見通しが良好な環境で150 m離れた距離に相当するレベルである。今回の計測では、2.3節で述べた通信障害対策機能の効果もあり、全計測箇所が欠測なく記録できることを確認した。

図6に計測結果の例を示す。年間データからは、年度末の3月と夏の8月の電力使用量が多いことが分かる。月間データからは休日は平日に比べて電力使用量が少ないこと、日間データからは昼休み時間中の電力の使用量が減ることが分かる。

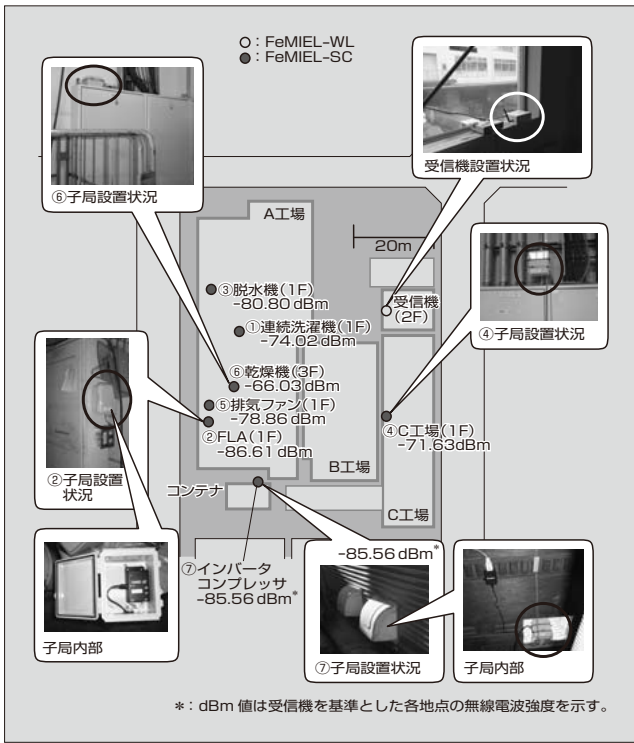


図5 リネン工場での子局と受信機の設置状況

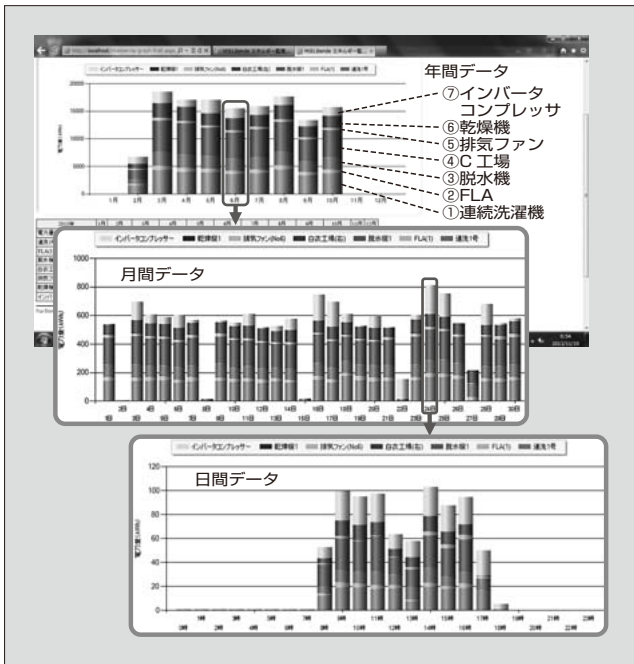


図6 リネン工場での計測結果の例

本工場では、就業時間外は基本的に設備の電源を落としており、必要設備以外は停止するなど省エネに配慮していることが分かる。さらに、昼休みや休日、終業時間直後の設備停止が推進できることも分かった。

図7に平日昼休みの時間帯の電力負荷状況を示す。連続洗濯機と脱水機が稼動中のため、電力消費が発生しているが、インバータコンプレッサも昼休みの前半に稼動して電力負荷の大きな割合を占めている。設備の運用を見直すことにより、不要な電力消費が避けられ、消費エネルギーの

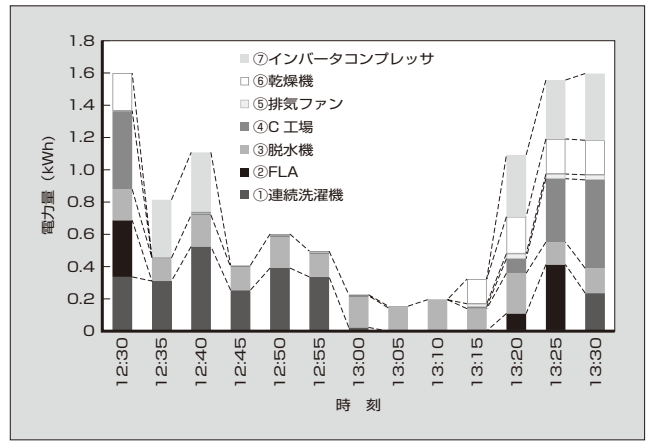


図7 リネン工場での平日昼休みのデータ

低減につなげることが可能である。

今後は、さらに熱（ガス）や生産量との連携によるデータ管理と、具体的な省エネの施策を実施していく予定である。

### 3.2 食品工場での導入例

電力計測システムを食品工場の排水処理室にあるポンプの電力計測管理用に導入した。図8にその構成を示す。排水処理室と電力管理を行う事務所が駐車場や道路によって隔てられているため無線通信が必須であった。しかし、通

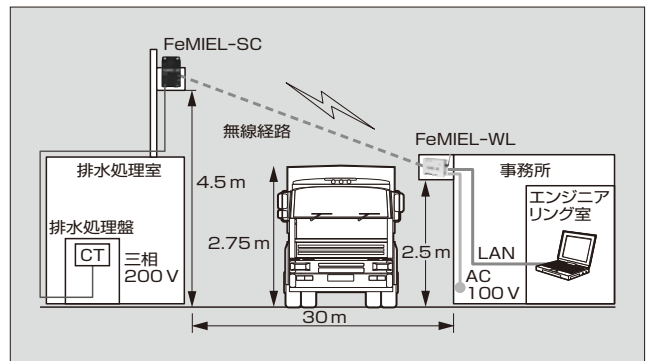


図8 食品工場排水処理室の電力計測システムの構成

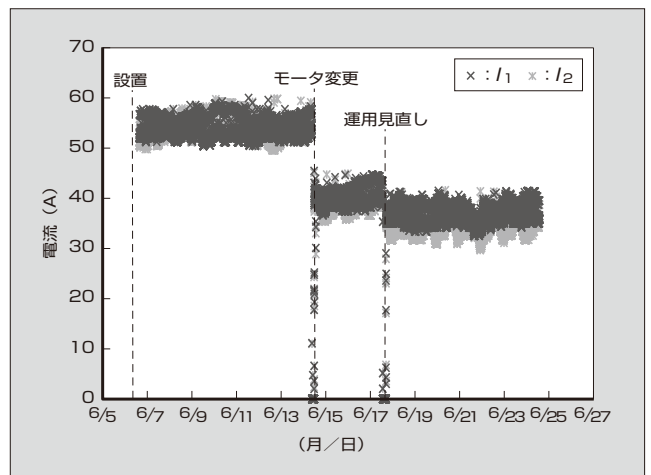


図9 食品工場排水処理室の電力計測結果の例

行する運搬用の大型トラックにより、無線通信に障害が生じる可能性があった。

電力計測結果の例を図9に示す。システム設置後、一過性の通信エラーが発生する中で、欠測なく正常に計測・記録できることを確認した。評価期間中に、ポンプモータを高効率タイプのものに切り替えて実施し、その効果も把握できた。

#### 4 あとがき

クランプ式無線電力センサ「FeMIEL-SC」「FeMIEL-WL」と、それを用いた電力計測システムについて述べた。設置の容易性から導入コストの大幅な削減が期待でき、また、フィールドテストで電力計測システムの安定性も実証できたことで、お客さまから良い評価を得ている。

現在、クランプ式無線電力センサに電圧計測要素を取り込んだ高精度型電力計測機器およびメッシュ無線対応の無線中継局を開発しており、ラインアップの拡充、無線通信距離の延長および通信品質の向上に取り組んでいる。

今後も、エネルギー見える化システムをはじめ、ニーズに合わせてさまざまなEMSを提供し、お客さまの省エネルギー活動やエネルギーの最適運用に貢献していく所存である。

#### 参考文献

- (1) 白川正広ほか. エネルギー管理システム (EMS)

の現状と展望. 富士電機技報. 2013, vol.86, no.3, p.160-165.

- (2) 東谷直紀ほか. 省エネルギー活動を支援するエネルギー管理ソリューション. 富士時報. 2011, vol.84, no.4, p.234-238.
- (3) 川村雄ほか. 総合EMSプラットフォームによる最適運用計画機能構築フレームワーク. 富士電機技報. 2013, vol.86, no.3, p.197-201.
- (4) 高野功ほか. “クランプ式無線電力センサ”. 2013年電気設備学会全国大会予稿集. B-24. p.107-108.



#### 項 東輝

製造管理・エネルギー管理システムの企画・開発・技術取りまとめに従事。現在、富士電機株式会社産業インフラ事業本部機電システム事業部スマートファクトリー技術部担当課長。工学博士。計測自動制御学会会員、電気学会会員。



#### 太田 英樹

電力・エネルギー計測機器およびシステムの開発に従事。現在、富士電機株式会社産業インフラ事業本部東京事業所機器生産センター電力システムプロジェクト部課長。電気学会会員。



#### 中野 年康

電力・エネルギー計測機器およびシステムの開発に従事。現在、富士電機株式会社産業インフラ事業本部東京事業所機器生産センター電力システムプロジェクト部課長補佐。





\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。