

# 送配電系統を一元管理する電力監視制御システム

Power Supervisory Control System Capable of Integrated Management of Power Transmission and Distribution Systems

藤浦 広旭 藤本 裕仁 岩橋 博隆

■FUJIURA Hiroaki

■FUJIMOTO Yuji

■IWAHASHI Hirotaka

小売全面自由化や発送電分離など、電気事業制度が大きく変革する中で、国内電力会社（旧一般電気事業者）の送配電部門では、これまでと同等の電力供給の信頼度と低い託送原価水準の実現を目標としている。また、送配電事業の高度化・効率化による電力流通設備の運用・保守のスマート化や、電力流通設備の監視制御システムのコスト低減などに対する取り組みも進められている。

東芝は、こうした送配電業務の効率化や監視制御システムのコスト低減を実現するために、更なるシステムの集中化や、国際標準規格の導入による基幹系統から配電系統までのデータの一元化を実現するとともに、重要インフラに求められるセキュリティ対策を実装した電力監視制御システムの開発に取り組んでいる。

With the dramatic systemic changes taking place in Japan's electric power industry, including full retail competition and legal unbundling of power transmission and distribution sectors, the transmission and distribution sectors of general electric utilities are endeavoring to secure the reliability of electricity supplies and ensure low consignment costs. In addition, they are making efforts to realize the smart operation and maintenance of their facilities by enhancing the sophistication and efficiency of power transmission and distribution business activities and reducing the costs of supervisory control systems for the facilities.

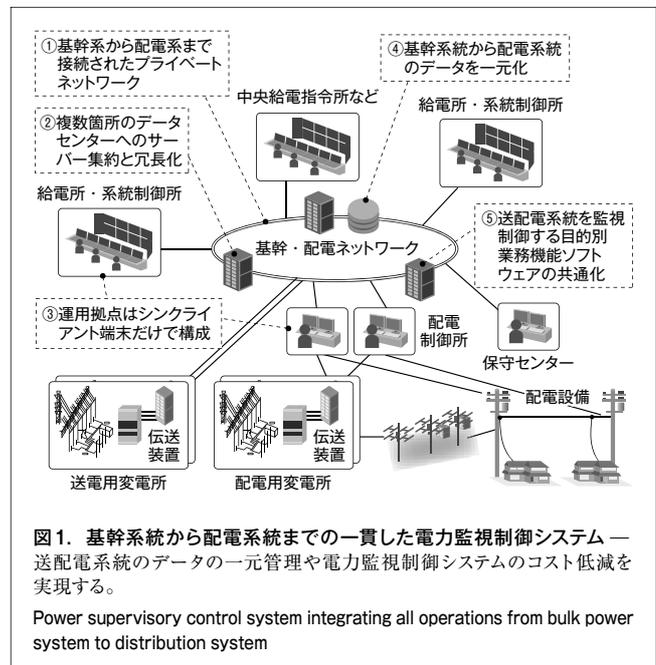
In order to realize these objectives, Toshiba has developed a power supervisory control system that centralizes systems, unifies all data from the bulk power system to the distribution system, and implements the security measures necessary for critical infrastructure.

## 1 まえがき

これまで、東芝は、電力品質の維持と系統運用の高度化を目的として、数多くの先進的な電力監視制御システムを、電力会社などの支援の下で開発し、納入してきた。

現在、電力システム改革によって国内電力会社内の組織が再編される動きの中で、電力流通設備の運用・保守を担う送配電部門では、更なる経営効率化を求め、運用業務の効率化や電力監視制御システムのコスト低減に対する取り組みが進められている。

こうした背景の下、当社は、これまで多くの納入実績がある広域ネットワーク分散型系統制御システム<sup>(1)</sup>の知見や資産を生かしつつ、送配電部門向けに、基幹系統から配電系統までの一貫した監視制御業務を可能とする、新しい電力監視制御システムの開発に取り組んでいる。この新しい監視制御システムにより、システムの最大限の集中化と業務の効率的・合理的の制御を実現し、導入コストや保守コストの低減だけでなく、業務効率化による送配電部門のオペレーションコスト低減にも貢献する。ここでは、新しい電力監視制御システムのコンセプトと解決すべき技術的課題、並びに課題への取り組みについて述べる。



## 2 送配電系統を一元管理する電力監視制御システム

### 2.1 新しい電力監視制御システムのコンセプト

開発コンセプトを図1に示す。このシステムでは、基幹系か

ら配電系まで接続された電力会社内のプライベートネットワークを核として、基幹系統から配電系統までの監視制御業務を処理する主要なサーバーをデータセンターなどの拠点に集約し、多重化による冗長構成で強靱（きょうじん）なシステム稼働性と信頼性を確保する。そして、中央給電指令所、給電所・系統制御所、配電制御所などの電力流通設備を運用する拠点は、全てシンクライアント端末だけで構成することで、組織と場所に依存しない柔軟なシステムとする。また、基幹系統から配電系統までの一貫した監視制御業務に必要なデータは、全て一元管理する。更に、基幹系統から配電系統の監視制御の管轄系統範囲によらず、同じ業務を目的とする機能は共通化して開発することで、ソフトウェアの開発規模を削減する。

基幹系統から配電系統までの全データの一元管理や目的別業務機能の開発などによって得られる、送配電業務の効率化の例として以下が挙げられる。

- (1) 停止計画管理業務では、基幹系統から配電系統までの件名データを一元的に管理することで、上位系統や隣接系統の電力設備の停止計画を把握でき、各所との電話連絡による各種調整業務の効率化が図れる。
- (2) 事故時対応業務でも、上位系統の事故や隣接系統の事故発生状況が常に把握でき、従来実施していた各所との電話連絡や状況把握の効率化が図れる。
- (3) 各運用拠点での記録データが集約され、保守センターで集中的に報告資料の作成や各機関への報告業務が行えるので、運用拠点での業務の効率化が図れる。

## 2.2 解決すべき技術的課題

- (1) データの一元化と共通モデル構造 従来は、基幹系統から配電系統の階層ごとや組織・部門ごとに、個別最適な電力監視制御システムが構築されてきたため、部門間やシステム間でデータを重複して保持したり、部門間やシステム間の連携の際にデータの変換などが必要となったりしていた。そのため、送配電系統を一元管理する電力監視制御システムでは、送配電部門で扱う全ての機器に対し、ユニークなキーコードでのデータ一元管理と共通的なデータモデル構造の導入によって、これらの問題を解決する。
- (2) より厳格なセキュリティー管理 これまでは、システムごとに物理的・技術的なセキュリティー対策が施されてきた。新しい電力監視制御システムでは、広範囲なネットワーク接続、業務系との密な連携、汎用性の高い製品やプロトコルの導入を図るため、より厳格で統一されたセキュリティー対策を実装する必要がある。

次章以降では、これらの課題における当社の取り組みについて、具体的に説明する。

## 3 国際標準規格に対応したデータモデル構造

電力監視制御システムに実装する基幹系統から配電系統のデータ構造に、国際標準規格の電力ネットワークモデルを適用する。当社は、電力監視制御システムに、いち早くIEC（国際電気標準会議）の国際標準規格であるIEC 61970、IEC 61968の導入を進めている。

### 3.1 CIM適用による効果

CIM（Common Information Model）は、IECで電力システムに関わる通信システム・情報交換の国際標準化を担当する専門委員会（Technical Committee）によって、給電所・制御所システムのアプリケーションプログラムのインターフェースが規定されたものである。アプリケーションプログラムが入出力するデータを、全てCIMに準拠した設計にすることで、プログラム単位での着脱容易性や相互利用性が担保され、高い生産性と拡張性が得られる。CIMの適用による標準化で、技術継承や設計の効率が向上し、ソフトウェア開発の生産性向上が図れるとともに、将来の制度変更にも柔軟に対応する電力監視制御システムが構築できる（図2）。

また、CIMは、関係するシステム間の相互接続性や送配電の統合を実現するための重要な概念なので、今後の広域系統運用・連携などに対応したシステム拡張にも寄与できるところが多いと考えている。

### 3.2 電力監視制御システムへのCIM適用の取り組み

**3.2.1 先駆的なCIM適用実績** 当社は、2002年に給電・系統制御システムでCIMを適用した標準ソフトウェアの開発を始めた。そして、2005年に初号機システムを納入してから現在まで、国内電力会社で30サイトを越える適用実績がある。

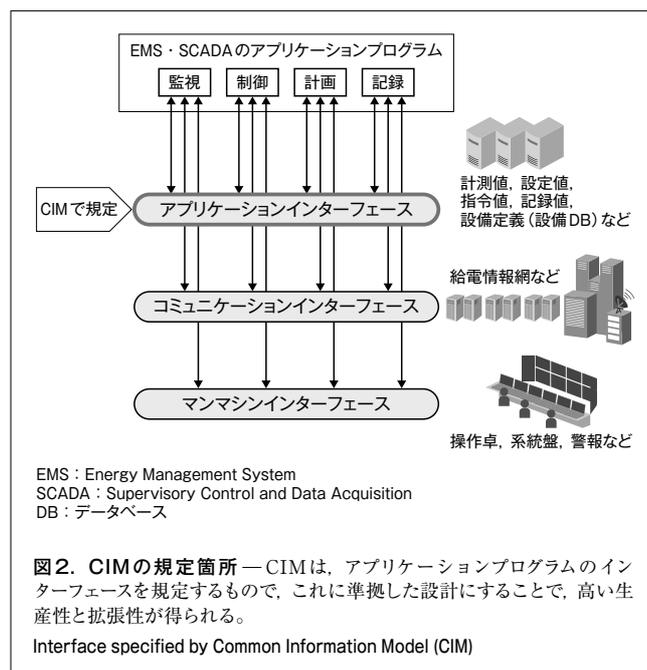


図2. CIMの規定箇所—CIMは、アプリケーションプログラムのインターフェースを規定するもので、これに準拠した設計にすることで、高い生産性と拡張性が得られる。

Interface specified by Common Information Model (CIM)

CIM適用の標準ソフトウェア開発では、設計内容を精査した上で、次の理由からメリットがあると判断した。

- (1) 基幹的なモデルは、国内で共通的に適用でき、運用要件にあった特有モデルの追加で、国内電力会社向け監視制御システムを完全にカバーできる。
- (2) CIM適用に伴って、系統モデルが緻密化してデータボリュームが増大するが、計算機の処理性能の向上で実用的な性能が確保できる。

**3.2.2 CIM適用の範囲** CIMで定義するデータは、監視制御の対象である電力系統設備の諸元情報だけでなく、計測値、指令値、設定値など、給電所・制御所システムが必要とする全ての情報を定義している。したがって、データはCIMと関係付けられたリレーショナルデータベースとして実装されるため、可変データも含んだ全データをCIMの体系下で設計している。

**3.2.3 配電系統へのCIMの適用** 東京電力パワーグリッド(株)向けに、次世代監視制御システムの開発を進めている。このシステムは、2018年度から順次運用を開始する予定で、地方給電所と配電制御所の監視制御システムの融合を図り、超高压系統から配電系統までの一貫した監視制御業務を可能とするものである。配電系統の領域にもCIMを適用しており、電力監視制御システムでの基幹系統から配電系統までをカバーできる。

## 4 制御系システムにおけるセキュリティ対策<sup>2)</sup>

電力監視制御システムで想定されるサイバーリスクは、不正制御による停電発生、電力系統の錯乱、重要データの流出や改ざんによる不利益や混乱のように、深刻な社会的影響を引き起こす、決して許されないものである。

我が国の重要インフラ分野における情報セキュリティ対策の推進は、NISC(内閣サイバーセキュリティセンター)を中心に進められており、重要インフラに係る防御基盤の強化について指針が示されている。重要インフラ分野に位置付けられる電力監視制御システムでは、その社会的意義や今後の社会的環境を踏まえ、システムリスクを分析して万全なセキュリティレベルを備えた設計が必要となる。

### 4.1 セキュリティリスクアセスメント

当社は、設計時にセキュリティを考慮しておくことの重要性から、システム要件・設計段階でセキュリティリスクアセスメントを行い、攻撃シナリオの策定やセキュリティ対策の有効性を評価する活動を進めている。

このリスクアセスメントは、JESC(日本電気技術規格委員会)の「電力制御システムセキュリティガイドライン」<sup>3)</sup>、NIST(米国国立標準技術研究所)の産業用制御システムセキュリティガイド<sup>4)</sup>、サイバーセキュリティ調達基準<sup>5)</sup>などの国内

外のガイドラインを参考にして実施し、世界最高水準を目指したセキュリティ対策を実装する。

### 4.2 セキュリティ対策

電力利用者が、低コストかつ安定した電力をいつまでも享受できるように、セキュリティ対策の継続的な構築が重要と考えている。電力監視制御システムに実装するセキュリティ対策の例を以下に示す。

#### 4.2.1 設備・システムのセキュリティ

(1) 外部ネットワークとの接続 システムを構成する装置間には、変電所と接続するネットワーク、事業所間を連携するネットワーク、業務系と連携するネットワークなど、様々なネットワークが構成されている。それぞれのネットワークから不正な侵入が行われるというリスクから、それぞれの接続口に侵入検知システム(IDS: Intrusion Detection System)などの防護装置を設置し、ネットワークから制御系へのDoS(Denial of Service)攻撃を防御する(図3)。

(2) アクセス制御 ICカードと生体認証のバイオメトリクスを組み合わせた2要素認証により、“成り済まし”による不正アクセスなどを防ぐ(図4)。運用者やシステムを取り扱う管理者は、人事異動などで替わることがあるため、認証情報は人事システムとも連携することを考慮する。また、操作のオペレーションは、ログを記録してインシデント発生後の解析などに使用できるようにする。

2要素認証のほかに、ホワイトリストの導入で、悪意を持った操作への対策強化を図る。ホワイトリスト方式は、定期的な更新が不要など、ブラックリスト方式に比べてメリットが多い点の特徴である。

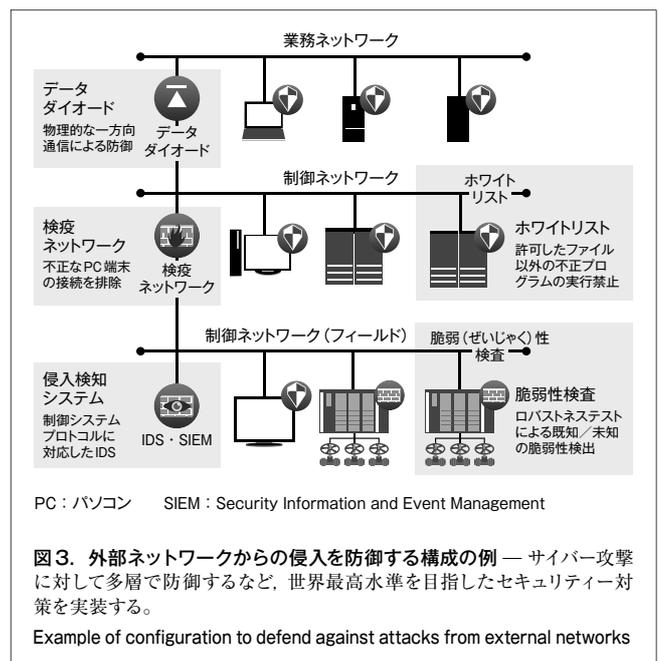
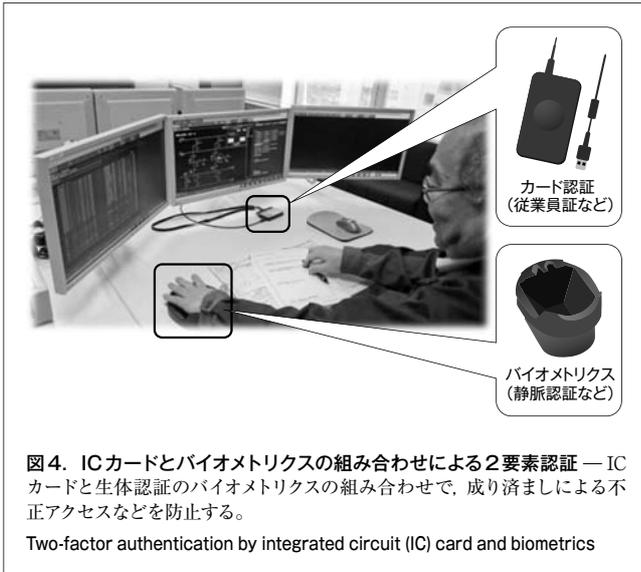


図3. 外部ネットワークからの侵入を防御する構成の例 — サイバー攻撃に対して多層で防御するなど、世界最高水準を目指したセキュリティ対策を実装する。

Example of configuration to defend against attacks from external networks



(3) ログ取得 インシデントの兆候の記録をログ管理基盤によって行うもので、ログ解析によって早期の原因究明を可能にするほか、不正アクセスの防御を図ることが狙いである。保存するログは、ブロックした不正アクセスログ、ホワイトリストにより検知した不正プログラムの実行ログ、オペレーションログなどである。

**4.2.2 運用・管理のセキュリティ** OS（基本ソフトウェア）の脆弱（ぜいじゃく）情報に基づくパッチ投入の要否、システム構成の変更や装置追加の発生によるサイバーリスク分析など、適宜リスク分析とその対策検討を行い、最新の脅威に対する対応要否を定期的にチェックする。また、継続的なセキュリティ運用・管理は、電力監視制御システムを運用するユーザー側でのSIRT（セキュリティインシデント専門チーム）、SOC（セキュリティオペレーションセンター）、CISO（最高情報セキュリティ責任者）の配置など、組織的な取り組みも重要となる。

このように、ユーザーとともに、技術的対策と組織的対策の両面からセキュリティ管理の対策を確立していくことが重要である。

**4.2.3 開発工程でのセキュリティタスクの遂行**

システム開発の設計・製造フェーズでは、ソースコードの静的解析ツールを用いて潜在的なセキュリティ脆弱性の検出や、ソフトウェアの品質チェックを行う。また、テストフェーズでは、ペネトレーションテストを通じて、第三者機関によるセキュリティ診断を行う。

**5 あとがき**

送配電システムを一元管理する電力監視制御システムは、プラットフォームやソフトウェアの共通化・標準化を図り、送配電部門での業務効率化を狙うものである。

今後も、①安定供給を確保する、②電気料金を最大限抑制する、③需要家の選択肢や事業者の事業機会を拡大する、といった電力システム改革の目的を実現するための手段として、送配電システムを一元管理する電力監視制御システムの導入を顧客に提案していく。

また、国際標準規格のCIMや世界最高水準を目指したセキュリティ対策を実装した先進的なシステムを、国内電力監視制御システムに適用するとともに、国内で蓄積した監視制御システムの知見を海外の送配電事業に展開していく。

**文 献**

- (1) 大佐古佳明, ほか. 広域ネットワーク分散型系統制御システム, 東芝レビュー, 2008, 63, 4, p.10-13.
- (2) 小島健司, ほか. 制御システム向けセキュリティ監視技術, 東芝レビュー, 2014, 69, 1, p.6-9.
- (3) JESC Z0004 : 2016. 電力制御システムセキュリティガイドライン.
- (4) NIST Special Publication 800-82 : 2011 Guide to Industrial Control Systems (ICS) Security.
- (5) Energy Sector Control Systems Working Group (ESCSWG). Cybersecurity Procurement Language for Energy Delivery Systems, 2014, 45p. <[https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/04/f15/CybersecProcurementLanguage-EnergyDeliverySystems\\_040714\\_fin.pdf](https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/04/f15/CybersecProcurementLanguage-EnergyDeliverySystems_040714_fin.pdf)>. (accessed 2017-06-27).



**藤浦 広旭 FUJIURA Hiroaki**

エネルギーシステムソリューション社  
電力流通システム事業部 系統ソリューション技術部  
Transmission & Distribution Systems Div.



**藤本 裕仁 FUJIMOTO Yuji**

エネルギーシステムソリューション社  
電力流通システム事業部 系統ソリューション技術部  
電気学会会員  
Transmission & Distribution Systems Div.



**岩橋 博隆 IWAHASHI Hiroataka**

エネルギーシステムソリューション社  
府中エネルギーシステムソリューション工場 電力系統システム部  
Fuchu Operations - Energy Systems & Solutions